

**ISOLASI DAN SELEKSI ENZIMATIS BAKTERI
SELULOLITIK DARI LIMBAH MEDIA TANAM JAMUR
TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) BERBAHAN SERBUK
GERGAJI KAYU KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)**

(Sebagai Alternatif Bahan Pengembangan Petunjuk Praktikum
pada Materi Bakteri Kelas X Semester 1)

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Oleh :

DEFFI NOVITASARI K.

NPM : 1311060189

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H/2017 M**

**ISOLASI DAN SELEKSI ENZIMATIS BAKTERI SELULOLITIK
DARI LIMBAH MEDIA TANAM JAMUR TIRAM PUTIH
(*Pleurotus ostreatus*) BERBAHAN SERBUK GERGAJI KAYU
KARET (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)**

(Sebagai Alternatif Bahan Pengembangan Petunjuk Praktikum
pada Materi Bakteri Kelas X Semester 1)

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Oleh :

DEFFI NOVITASARI K.

NPM : 1311060189

Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd.

Pembimbing II : Marlina Kamelia, M.Sc.

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H/2017 M**

**ISOLASI DAN SELEKSI ENZIMATIS BAKTERI SELULOLITIK DARI
LIMBAH MEDIA TANAM JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*)
BERBAHAN SERBUK GERGAJI KAYU KARET (*Hevea brasiliensis* Muell.
Arg)**

Deffi Novitasari K.

ABSTRAK

Jamur tiram putih termasuk dalam kelas *Basidiomycetes* yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Konsumsi terhadap jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) makin meningkat di kalangan masyarakat, sehingga menyisakan limbah berupa media bekas penanaman jamur. Media sisa budidaya jamur tiram sejauh ini belum banyak dimanfaatkan dengan baik. Media pertumbuhan jamur disebut juga baglog akan berbahaya bagi lingkungan jika dibuang begitu saja. Pemanfaatan media sisa penanaman jamur tiram ini dapat digunakan untuk memproduksi gula pereduksi yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme yang melibatkan enzim selulase. Tujuan penelitian ini yakni melakukan isolasi dan seleksi secara enzimatik dari limbah media tanam jamur tiram putih berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). Dari hasil isolasi diperoleh 60 isolat bakteri yang berasal dari tiga jenis usia baglog yakni, 0, 2 dan 4 bulan. Isolat tersebut selanjutnya dikarakterisasi dengan *screening* pada media differensial CMC guna melihat aktivitas degradasi terhadap selulosa. Hasil *screening* diperoleh 23 isolat yang merupakan positif selulolitik ditandai dengan adanya zona bening yang terbentuk pada media CMC. Zona bening yang terbentuk merupakan indikasi aktivitas bakteri yang dapat menggunakan sumber karbon pada CMC dan mendegradasi komponen selulosa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah media tanam jamur tiram putih berbahan kayu karet memiliki potensi selulolitik. Isolat yang mendominasi hasil pada penelitian ini memiliki bentuk *undulate* dengan tepi *irreguler* berwarna putih serta tekstur makroskopisnya yang licin. Sedangkan, hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa bentuk sel *coccus* dengan jenis Gram positif mendominasi isolat bakteri.

Kata kunci: Selulosa, Selulolitik, CMC, Media Tanam Jamur (Baglog), Zona Bening, *Undulate*, *Coccus*.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ISOLASI DAN SELEKSI ENZIMATIS BAKTERI
SELULOLITIK DARI LIMBAH MEDIA TANAM
JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*)
BERBAHAN SERBUK GERGAJI KAYU KARET (*Hevea
brasiliensis* Muell. Arg)

Nama : Deffi Novitasari K.
NPM : 1311060189
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan
Lampung

Pembimbing I

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 19840228 200604 1 004

Pembimbing II

Marlina Kamelia, M.Sc
NIP. 19810314 201503 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 198402282006041004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul : **Isolasi dan Seleksi Enzimatis Bakteri Selulolitik dari Limbah Media Tanam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Berbahan Serbuk Gergaji Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)**, disusun oleh : **Deffi Novitasari K., NPM :1311060189**, Jurusan : Pendidikan Biologi, diujikan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada Hari/Tanggal : Kamis/07 Desember 2017.

TIM PENGUJI

Ketua : Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

Sekretaris : Fatimatuazzahra, M.Sc

Penguji Utama : Nurhaida Widiani, M.Biotech

Penguji Kedua : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd

Pembimbing : Marlina Kamelia, M.Sc

Dekan

Tarbiyah dan Keguruan,



Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd

NPM.105608 10198703 1 001

MOTTO

Bismillahirrohmanirrohiim

“Satu kata yang harus disematkan oleh lisan disela perjuangan dimanapun dan kapanpun”

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

Artinya : “Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar” (Q.S. Al-Baqarah: 153)

PERSEMBAHAN

Karya ilmiah sederhana ini saya persembahkan kepada :

1. Skripsi ini adalah bukti rasa syukur kepada Illahi Rabbi yang telah memberikan kehidupan, memberikan rahmat, taufiq dan hidayah atas kehidupan ini, dan hanya kepada-Nya tujuan saya hidup. Serta, kepada Rasullullah Saw, Uswatun Khasanah terbaik di bumi ini.
2. Abi wa Ummi yang tercinta bapak Matal Koeswoyo dan ibu Sri Patmi, kasih sayang yang kalian curahkan dan do'a yang kalian panjatkan adalah surga dunia yang tiada kira nikmatnya, semoga Allah SWT selalu menaungi jalan bapak dan ibu pada jannah sebagai balasannya.
3. Adikku Annisa Novi Aulia K. dan seluruh keluarga yang sangat saya cinta dan sayangi, yang senantiasa mendukung dan menghibur.
4. Terima kasih kepada bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M. Pd dan ibu Marlina Kamelia, M. Sc. yang telah banyak meluangkan waktu. Yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini dan terima kasih atas segala ilmu yang telah diberikan. Semoga Allah SWT membalas jasa bapak dan ibu.
5. Sahabatku-sahabatku seperjuangan dalam mengarungi lautan ilmu, dukungan serta motivasi dari kalianlah saya bisa menyelesaikan karangan ilmiah ini, dan karena kalianlah saya bisa mengenal indahnya persahabatan.
6. Serta untuk semuanya yang telah membantu menyelesaikan tulisan ini mulai dari awal hingga akhir. Semoga Allah SWT membalas dengan balasan setimpal.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Deffi Novitasari K. yang merupakan putri pertama dari dua bersaudara, pasangan Bapak Matal Koeswoyo dan Ibu Sri Patmi. Penulis lahir di Kalirejo pada tanggal 23 Maret 1996 dan tumbuh berkembang di sebuah desa yang mayoritas penduduknya bersuku Bugis Makassar yaitu Desa Bulu Sippong, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan.

Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Pertiwi Kecamatan Bungoro pada tahun 2002. Pendidikan Dasar (SD) ditempuh di SD Negeri 3 Sambung Jawa Kecamatan Bungoro pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan ke sekolah menengah di SMPN 1 Bungoro dan lulus pada tahun 2010. Penulis melanjutkan sekolah ke SMAN 1 Bungoro dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Program Studi Pendidikan Biologi sampai dengan sekarang.

Pada tanggal 14 juli sampai 20 september 2016 penulis melaksanakan KKN di Kecamatan Ngesti Rahayu Kabupaten Lampung Tengah. Kemudian melaksanakan PPL pada tanggal 4 Oktober sampei dengan 2 Desember 2016 di SMA Negeri 14 Bandar Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Genetika dan Embriologi pada tahun ajaran 2016/2017.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Isolasi dan Seleksi Enzimatis Bakteri Lignoselulolitik dari Limbah Media Tanam Jamur Tiram Putih (*Pleorotus ostreatus*) Berbahan Serbuk Gergaji Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)”**. Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Chairul Anwar, M. Pd. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M. Pd. selaku Ketua Jurusan Program Studi Pendidikan Biologi dan Pembimbing I yang telah membimbing dan memberi pengarahan terhadap penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Marlina Kamelia, M. Sc. selaku Pembimbing II yang telah membimbing dengan sabar, mengarahkan dan memberi banyak motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Segenap Bapak/Ibu dosen dan seluruh staf Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung yang senantiasa membantu dan membimbing.
5. Kedua Orang tua yang selama ini memberikan dukungan doa, semangat dan materil.
6. Adikku Annisa Novi Aulia K. dan Bang yang selalu memberi keceriaan, doa dan semangat.
7. Teman-teman bimbingan Nuriyah wahyuningsih, Rina, Jamaluddin dan Farida Putri Sa'adah yang selalu memberikan dukungan, semangat dan rasa sabar yang luar biasa.
8. Sahabat-sahabatku Hana Aulia, Nur Rizky Ardiani, dan Nella Indry Septiani yang selalu ada dihati dan tidak pernah letih memberi semangat, dukungan dan motivasi.
9. Sahabat sekaligus keluarga jauh yang terasa dekat di hati, Ratnawati Kahar, Nurwirda Nawir, Pajria Syam, Cancerly Saputry Manuran, Ridha Miftahul Jannah, Nurmiaty, Suryanita dan Nisa yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
10. Bapak Lamiran selaku pembimbing di UPTD Balai Kesehatan Daerah Provinsi Lampung yang dengan sabar membimbing dan memotivasi.
11. Ibu Bela Dina selaku pembimbing PPL di SMA Negeri 14 Bandar Lampung yang dengan sabar membimbing dan memotivasi.
12. Teman-teman Pendidikan Biologi E
13. Teman-teman seperjuangan angkatan 2013.

14. Almamater tercinta UIN Raden Intan Lampung.

Semoga amal kebaikan yang diberikan dengan penuh keikhlasan akan menjadi amal ibadah disisi Allah SWT. Semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan sumbangsih yang berarti bagi dunia pendidikan.

Bandar Lampung, Oktober 2017

Penulis,

Deffi Novitasari K.





DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	11
C. Batasan Masalah.....	11
D. Rumusan Masalah	12
E. Tujuan Penelitian.....	12
F. Kegunaan Penelitian.....	13
BAB II LANDASAN TEORI	14
A. Jamur	14
B. Deskripsi Jamur Tiram.....	17
a. Jamur Tiram Putih (<i>Pleurotus ostreatus</i>) P.florida.....	19
b. Jamur Tiram Cokelat (<i>Pleurotus cystidiosus</i>).....	20
c. Jamur Tiram Kuning (<i>Pleurotus citrinopeleatus</i>).....	21
d. Jamur Tiram Merah Muda (<i>Pleurotus flabellatus</i>)	21
e. Jamur Tiram Bertudung Besar (<i>Pleurotus eryngii</i>) Atau King Oyster Mushroom	22
C. Kandungan Nutrisi dan Manfaat Jamur Tiram.....	22
D. Budidaya Jamur Tiram.....	26
a. Komposisi Media dalam Pembudidayaan Jamur Tiram	26
b. Media tanam jamur tiram berbahan serbuk kayu karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg).....	30

c. Potensi Pasca Panen Budidaya Jamur Tiram	36
E. Selulosa	39
F. Bakteri Selulolitik	43
G. Analisis Materi Pembelajaran	48
H. Kerangka Pemikiran.....	51
BAB III METODE PENELITIAN	55
A. Waktu dan Tempat	55
B. Alat dan Bahan.....	55
C. Persiapan dan Pengambilan Sampel.....	56
D. Cara Kerja	57
1. Sterilisasi Alat dan Bahan	57
2. Pengenceran dan Inokulasi Isolat Bakteri	57
3. Uji <i>Screening Enzimatis</i>	59
a. Persiapan media CMC-agar (<i>Carboxy Methyl Cellulose</i>).....	59
b. Uji Enzim Selulase.....	59
c. Pewarnaan Gram	60
E. Teknik Pengumpulan Data.....	61
F. Analisis Data	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
A. Perhitungan dan Isolasi Bakteri	65
B. <i>Screening</i> Isolat Bakteri	86
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar.....	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	106
A. KESIMPULAN	106
B. SARAN	107
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jamur tiram yang siap	18
Gambar 2.2. <i>Pleurotus ostearatus</i>	20
Gambar 2.3. <i>Pleurotus cystidiosus</i>	20
Gambar 2.4. <i>Pleurotus citrinopeleatus</i>	21
Gambar 2.5. <i>Pleurotus flabellatus</i>	21
Gambar 2.6. Penjadapan tanaman karet pada umumnya	32
Gambar 2.6. Tanaman karet menjadi primadona perkebunan di negara Tropis sejak tahun 1864.....	33
Gambar 2.7. Bunga dan Buah Karet	33
Gambar 2.8 Baglog tua	39
Gambar 2.9 Baglog terkontaminasi.....	39
Gambar 2.10 Struktur selulosa.....	41
Gambar 4.1 Koloni bakteri mendominasi seri pengenceran sampel 10^{-3}	76
Gambar 4.2 Koloni bakteri yang mendominasi seri pengenceran sampel 10^{-5}	79
Gambar 4.3 Hasil pewarnaan Gram bakteri bentuk <i>basil</i>	89
Gambar 4.4 Hasil pewarnaan Gram bakteri bentuk <i>coccus</i>	90
Gambar 4.5 Zona bening pada media CMC.....	94
Gambar 4.6 Pertumbuhan koloni bakteri pada media CMC	96
Gambar 4.6 Sel bakteri <i>coccus</i>	99

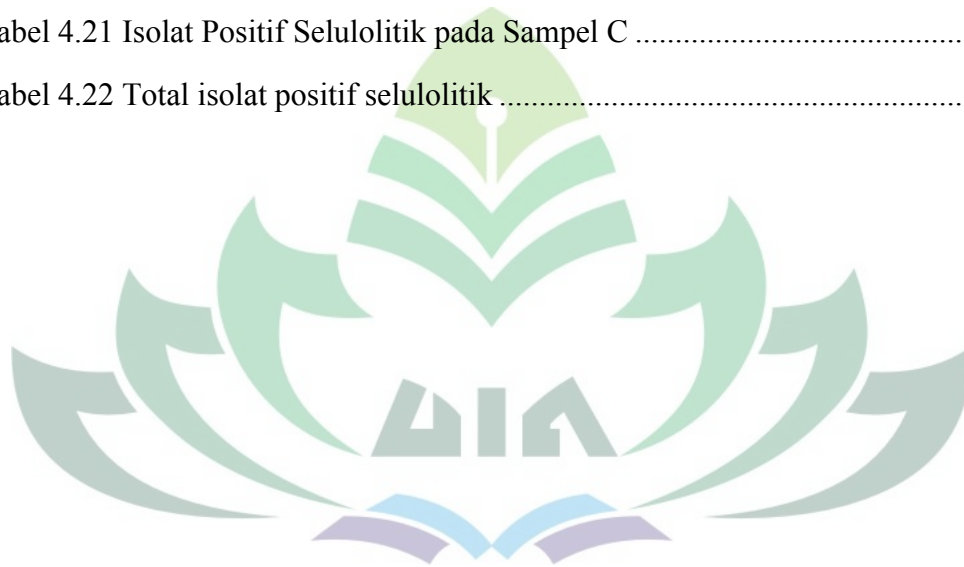
Gambar 4.7 Sel bakteri basil	100
Gambar 4.8 Zona bening pada isolat putih, undulate, irreguler, licin.....	102



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi dan kandungan nutrisi setiap 100 gram jamur tiram	23
Tabel 2.2 Manfaat jamur bagi pengobatan.....	25
Tabel 2.3 Formulasi bahan sebagai media tumbuh jamur tiram	29
Tabel 2.4 Standar kualitas kompos	38
Tabel 2.5 Komposisi ligniselulosa dalam beberapa sumber	40
Tabel 2.7 Pembagian CMC berdasarkan kualitas dan pemanfaatannya	46
Tabel 3.1. Desain inokulasi sampel pada NA	58
Tabel 3.3 Kelimpahan bakteri pada NA.....	61
Tabel 3.4 Hasil pengamatan makrokopis bakteri limbah baglog.....	62
Tabel 3.4 Hasil pengamatan isolat bakteri positif selulolitik.....	62
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri	65
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Morfologi Isolat Terpilih pada Sampel A.....	69
Tabel 4.3 Kelimpahan Bakteri pada Sampel A ₁	71
Tabel 4.4 Kelimpahan Bakteri pada Sampel A ₂	71
Tabel 4.5 Kelimpahan Bakteri pada Sampel A ₃	72
Tabel 4.6 Keseluruhan Kelimpahan Bakteri pada Sampel A.....	72
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Morfologi Isolat Terpilih pada Sampel B	73
Tabel 4.8 Kelimpahan Bakteri pada Sampel B ₁	74
Tabel 4.9 Kelimpahan Bakteri pada Sampel B ₂	75
Tabel 4.10 Kelimpahan Bakteri pada Sampel B ₃	75
Tabel 4.11 Keseluruhan Kelimpahan Bakteri pada Sampel B.....	76
Tabel 4.12 Hasil Pengamatan Morfologi Isolat Terpilih pada Sampel C	77
Tabel 4.13 Kelimpahan Total pada Sampel C ₁	78

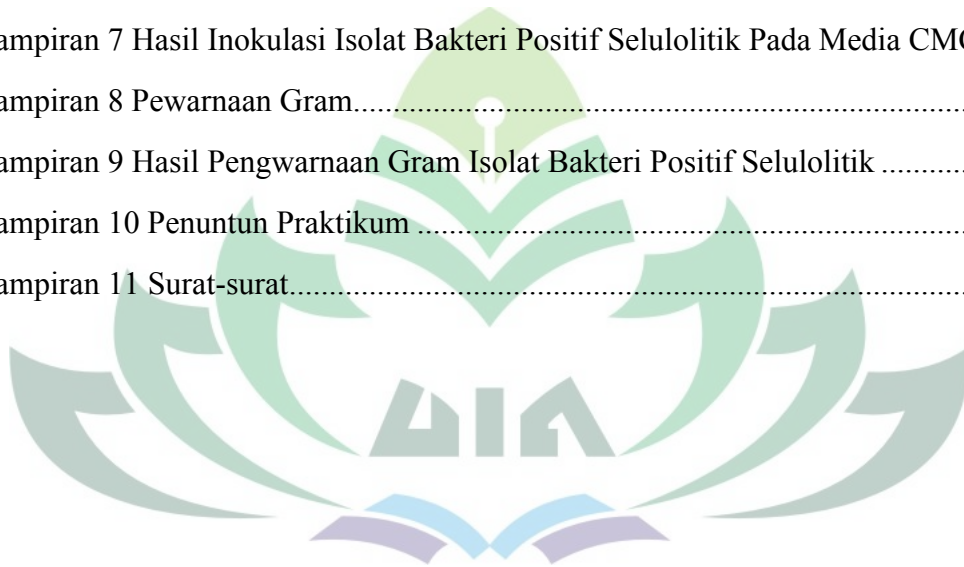
Tabel 4.14 Kelimpahan Total pada Sampel C ₂	79
Tabel 4.15 Kelimpahan Total pada Sampel C ₃	80
Tabel 4.16 Kelimpahan Total pada Sampel C	80
Tabel 4.16 Kelimpahan Total Seluruh Usia Sampel Limbah Baglog	82
Tabel 4.18 Perbandingan kandungan nutrisi media tanam jamur tiram putih sebelum panen dan setelah panen (limbah)	84
Tabel 4.19 Isolat Positif Selulolitik pada Sampel A	87
Tabel 4.20 Isolat Positif Selulolitik pada Sampel B	91
Tabel 4.21 Isolat Positif Selulolitik pada Sampel C	92
Tabel 4.22 Total isolat positif selulolitik	101





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Persiapan Pembuatan Sampel.....	108
Lampiran 2 Pengenceran Sampel.....	111
Lampiran 3 Hasil Pengamatan Kelimpahan Bakteri.....	123
Lampiran 4 Pemurnian Isolat Bakteri Terpilih	127
Lampiran 5 Hasil Pengamatan Pemurnian.....	134
Lampiran 6 Pembuatan Media Agar CMC (<i>Carboxyl Methyl Cellulose</i>).....	138
Lampiran 7 Hasil Inokulasi Isolat Bakteri Positif Selulolitik Pada Media CMC	147
Lampiran 8 Pewarnaan Gram.....	153
Lampiran 9 Hasil Pengwarnaan Gram Isolat Bakteri Positif Selulolitik	158
Lampiran 10 Penuntun Praktikum	165
Lampiran 11 Surat-surat.....	175



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara sebagai gudang jamur terkemuka di dunia. Budidaya jamur yang telah memasyarakat sebagai bahan konsumsi telah banyak di pasarkan adalah jamur merang (*Volvariella volvaceae*), jamur champignon atau jamur kancing (*Agaricus bitoruis*, *A. compestris*, dan *A. bisporus*), jamur kayu seperti jamur kuping (*Auricularia auricular*, *A. polytricha*, dan *Trimella fuciformis*), jamur payung shiitake (*Lentinus edodes*) dan jamur tiram.¹

Jenis jamur tiram yang biasa dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia yaitu jamur tiram putih (*P.ostreatus*), jamur tiram merah muda (*P.flabellatus*), jamur tiram abu-abu (*P. sajor caju*), dan jamur tiram abalon (*P.cystidiosus*). Jamur tersebut pada dasarnya memiliki karakteristik yang hampir sama terutama dari segi morfologi, namun warna tubuh buah dapat dibedakan antara jenis satu dengan yang lain terutama dalam keadaan segar.²

¹Nunung Marlina Djarriah dan Abbas siregar Djarriah. 2001. *Budidaya Jamur Tiram Pembibitan, Pemeliharaan, dan Pengendalian Hama Penyakit*. (Yogyakarta: Kanisisus).h.9.

² Susilawati dan Budi Raharjo. 2010. *Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus var florida) yang Ramah Lingkungan.Materi Pelatihan Agribisnis Bagi KMPH* Report No. 50.STE.Final. BPTP Sumatera Selatan.

Jamur tiram atau *hiratake* (*Pleurotus* sp.) termasuk ke dalam golongan jamur kayu. Jamur merupakan tumbuhan saprofit yang hidup pada kayu-kayu lapuk dan memperoleh bahan makanan dengan memanfaatkan sisa-sisa bahan organik di habitat alaminya.³

“Jamur tiram adalah jenis jamur kayu yang memiliki kandungan nutrisi lebih tinggi dibandingkan dengan jenis jamur lainnya. Jamur tiram mengandung protein, lemak, fosfor, besi, biotin, niasin, thiamin (vitamin B1), dan riboflavin (vitamin B2). Terdapat 20 asam amino menyerupai derivat protein pada daging hewan yang dibutuhkan manusia namun tidak mengandung kolesterol antaralain lysine, methionine, tryptofan, theonin, valin, leusin, isoleusin, histidin, dan fenilalanin.”⁴

Asam amino adalah asam karboksilat yang mempunyai gugus amino sebagai komponen protein.⁵ Jamur pangan ini juga berguna sebagai antibakteri, antioksidan, antitumor, menormalkan tekanan darah, menurunkan kolesterol, meningkatkan kekebalan tubuh, menguatkan saraf, dan mampu mengurangi stress.⁶

Jamur tiram khususnya pada habitat alaminya hanya dijumpai pada musim tertentu dengan jumlah terbatas. Tumpukan kayu dan tunggul-tunggul pohon yang relatif lunak seperti sengon, karet, kapuk randu, dadap, kayu duren, dan kidamar pada musim penghujan akan banyak ditumbuhi jamur tiram.

³ *Loc. cit.* Susilawati dan Budi Raharjo

⁴ Erie Maulana Sy. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yogyakarta: Lily Publisher. h. 29

⁵ Anna Poedjiadi dan F.M. Titin Supriyanti. 2012. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia. h. 83

⁶ *Ibid.* h. 33. Erie Maulana Sy

Media adalah sarana tempat pertumbuhan baik berupa tanah maupun non-tanah. Jamur tiram memiliki kemampuan untuk tumbuh pada beragam media substrat. Kayu bulat yang keras sampai yang lunak, potongan kayu, serbuk gergajian kayu, kulit biji-bijian, serasah tanaman berkayu, kertas, limbah kapas, limbah batang padi (jerami), limbah jerami gandum, limbah batang dan bonggol jagung, limbah kulit buah kopi, dan limbah tanaman lainnya dapat digunakan sebagai media tumbuh jamur tiram.⁷

Serbuk gergaji adalah bahan sisa yang kurang dimanfaatkan, namun menjadi bahan utama pada budidaya jamur tiram. Bekatul (dedak) dan tepung jagung juga ditambahkan sebagai sumber karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral. Kapur (Calsium carbonat) sebagai sumber mineral dan pengatur keasaman media tanam (pH), serta air agar miselia jamur dapat tumbuh dan menyerap makanannya.⁸

Komposisi bahan kimia pada kayu pohon berdaun lebar, lebih baik dibandingkan dengan kayu pohon berdaun sempit atau jarum sebagai media utama budidaya jamur tiram.⁹ Pohon bergetah juga harus melalui proses agar zat ekstraktif tidak menghambat pertumbuhan misellium jamur.

⁷ *Op. cit.*h. 43. Erie Maulana Sy.

⁸ *Ibid.*h. 44-45

⁹ *Ibid.*Loc.cit.h.43

Serbuk gergaji pohon yang umum digunakan sebagai media tanam jamur tiram di Lampung adalah pohon karet. Pohon karet adalah pohon berkayu keras, berdaun lebar, dan bebatang lurus. Pohon karet dipilih sebagai media tanam jamur karena merupakan salah satu pohon tahunan yang ramah lingkungan. Pohon karet dapat memperbaiki lingkungan dengan mengugurkan daun periodik ataupun akarnya mampu menembus lapisan tanah yang tidak layak dengan pohon lain.¹⁰

Industri banyak menggunakan kayu ini sehingga limbah berupa serbuk kayu juga melimpah. Kayu karet merupakan jenis kayu yang mudah untuk di gergaji karena memiliki permukaan yang halus, sehingga baik untuk pertumbuhan jamur. Budidaya jamur tiram tidak hanya memberi aspek positif terhadap bidang pangan, ekonomi dan kesehatan. Aspek negatif pun timbul seperti meningkatnya jumlah limbah pasca panen jamur tiram berupa baglog.

“Baglog yaitu media tanam yang dimasukkan ke dalam plastik lalu dibentuk menyerupai potongan kayu gelondongan. Baglog jamur terdiri dari komposisi serbuk gergaji 68,5%, dedak halus 13,5%, gypsum (CaSO_4) 0,5%, kapur (CaCO_3) 3,5%, TSP 0,5%, pupuk kandang 13,5%, dan air.”¹¹

¹⁰ H.S. Siregar, Tumpal dan Suhendri, Irwwan. 2013. *Budidaya dan Teknologi karet*. Jakarta: Penebar Swadaya. h.13

¹¹ Nur Lailatul Rahmah, *et.al.* 2015. *Pemanfaatan Limbah Baglog Jamur Tiram dan Kotoran Kambing sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos Berdasarkan Kajian Konsentrasi EM4 dan Jumlah Pembalikan*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian FTP UB*. ISBN: 978-602-7998-92-6. h. 156-157

Limbah adalah sisa dari produk utama. Limbah media tanam jamur tiram terbentuk akibat bahan yang tidak habis terpakai saat memproduksi jamur tiram, sehingga meninggalkan sisa-sisa tidak efektif untuk pertumbuhan jamur tiram. Serbuk gergaji sebagai komposisi utama budidaya jamur tiram merupakan salah satu substrat yang kaya akan selulosa.

Selulosa merupakan polimer linier terdiri dari D-glukosa yang terikat pada 1,4-glikosidik serta sangat erat berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin. Selulosa, hemiselulosa dan lignin membentuk komponen lignoselulosa yang berfungsi sebagai unsur struktural kekuatan fisik pada dinding sel tumbuhan tingkat tinggi. Tumbuhan berkayu merupakan tempat yang paling banyak ditemukannya selulosa.¹²

Komponen selulosa memiliki polimer karbohidrat terbanyak yang terdapat di alam, dan diperkirakan jumlahnya mencapai 50 milyar ton. Limbah padat yang dihasilkan oleh seluruh dunia 40 % adalah sumber selulosa. Residu atau limbah pertanian, kayu keras, kayu lunak, kertas, biomassa herba, serta *municipal solid wasted* (limbah padat kota) merupakan limbah penyumbang selulosa di dunia. Namun, struktur selulosa yang kompleks membuat komposisinya sulit untuk terdegradasi.¹³

Struktur selulosa pada setiap molekulnya memiliki tiga unit tipe glukosa. Glukosa tersebut antara lain yaitu dengan ujung tereduksi (*reducing end*), glukosa

¹² Sarju Ambriyanto, Kurniawan. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (Pennisetum purpureum Schaum)*. Jurnal Ilmiah FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.h.2-3

¹³ Ibid. Sarju Ambriyanto, Kurniawan.h.4

ujung yang tidak tereduksi (*nonreducing end*), dan *anhydroglucopyranose*. *Anhydroglucopyranose* adalah unit molekul selulosa yang mengandung tiga gugus hidroksil primer serta dua gugus hidroksil sekunder. Sedangkan, monomer *nonreducing end* mengandung empat gugus hidroksil dan *reducing end* memiliki gugus *hemiacetal* pada penambahan tiga gugus hidroksil.¹⁴

Selulosa dengan struktur yang demikian kompleks membuat konversinya menjadi glukosa membutuhkan biaya cukup besar. Biaya produksi untuk konversi selulosa menjadi glukosa dapat diminimalisir dengan pemanfaatan enzim. Enzim tersebut diperoleh dengan mencari mikroorganisme yang efisien mengkonversi selulosa. mikroorganisme yang dimaksud salah satunya adalah bakteri selulolitik.¹⁵

Bakteri selulolitik merupakan mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa. Kelompok bakteri selulolitik menjadikan komponen selulosa tersebut sebagai sumber karbon utama bagi pertumbuhannya. Bakteri selulolitik secara konvensional dapat dimanfaatkan menjadi produk yang memiliki nilai tambah, seperti bahan bakar nabati (*biofuel*), bahan kimia organik dan sumber nutrisi berkualitas baik untuk pakan ternak ataupun sumber pangan.¹⁶

¹⁴ Ibid.h.4

¹⁵ Op.cit.

¹⁶ Agustini, Luciasih, *et al.* 2016. *Isolat dan Karakterisasi Enzimatis Mikroba Selulolitik di Tiga Tipe Ekosistem Taman Nasional*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 8.2.h.198

Limbah baglog merupakan bahan sisa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik dan pakan ternak. Kandungan karbon (C) dan nitrogen (N) cukup tinggi terjadi karena proses hidrolisis oleh bakteri selulolitik. Tanah yang strukturnya mengalami kerusakan sangat potensial diperbaiki apabila diberi limbah baglog.¹⁷

Bakteri selulolitik diseleksi dengan menganalisis aktivitas enzim (*screening enzimatis*). Enzim selulase berperan dalam proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa. Selulosa terhidrolisis melalui system reaksi kompleks. Reaksi kompleks tersebut yakni transfer enzim kepermukaan substrat, adsorpsi enzim dan pembentukan kompleks substrat enzim, hidrolisis selulosa, transfer selodextrins glukosa serta sellobiosa, kemudian terakhir hidrolisis selodextrins dan sellobiosa menjadi glukosa.¹⁸

Bakteri selulolitik di alam banyak ditemukan pada berbagai ekosistem. Lahan pertanian, tanah gambut, saluran pencernaan ruminansia, sel tubuh maupun saluran pencernaan rayap, saluran pencernaan hewan invertebrate, serasah daun dan berbagai sumber bakteri lainnya.¹⁹

¹⁷ R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan. 2013. *Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Selulolitik yang diseleksi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus)*. Jurnal Biologi Bidang Biokimia Bakteri, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat.h.20.

¹⁸ Sarju Ambriyanto, Kurniawan. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumpun Gajah (Pennisetum purpureum Schaum)*. Jurnal Imiah FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.h.11-12

¹⁹ Slamet.et.al. 2016. *Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri Selulolitik Asal Cacing Tanah (Lumbricus rubellus) Terhadap Berbagai Substrat Lignoselulosa*. e- jurnal Peternakan Tropika vol.4.No.1. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar.h.68

Allah SWT berfirman dalam surah Ar-Rum ayat 41-42, berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ٤١

فُلٌ سَيْرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عِقَابُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ
٤٢

Artinya: Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. Katakanlah: “Adakan perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang dahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (QS. 30: 41-42).²⁰

Allah SWT telah memperingatkan manusia agar jangan melakukan kerusakan di bumi dengan mengingkari petunjuk-Nya untuk mengelola bumi ini. Sehingga terjadilah bencana alam dan kerusakan di bumi karena ulah tangan manusia. Keserasian makhluk hidup dan lingkungan menentukan kelangsungan ekosistem dimasa yang akan datang. Manusia diciptakan sebagai khalifah di muka bumi. Sebagai khalifah, manusia memiliki tugas untuk memanfaatkan, mengelola dan memelihara alam semesta. Allah telah menciptakan alam semesta untuk kepentingan dan kesejahteraan semua makhluk-Nya.

²⁰ Enang Sudrajat, *et.al.* 2007. *Al-Qur'an dan Terjemahannya Special for Woman*. (Bogor: SYGMA). h.408-409

Dalam Al-Qur'an surah Al-Jasyah ayat lima, Allah SWT berfirman:

وَإِخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ رِزْقٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا
وَتَصْرِيفِ الرِّيَّاحِ آيَاتٌ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya: Dan pada pergantian malam dan siang dan hujan yang diturunkan Allah dari langit lalu dihidupkan-Nya dengan air hujan itu bumi sesudah matinya; dan pada perkisaran angin terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berakal. (QS. 45: 5).²¹

Akal dianugerahkan oleh Allah SWT, dengan tidak memanfaatkannya maka kita akan sama dengan makhluk hidup lainnya yang tidak berakal. Bukan hanya mampu mengelola dan memanfaatkan sumber daya yang dimiliki oleh alam semesta, manusia juga harus mampu memelihara ketersediaannya.

Limbah baglog adalah salah satu aspek yang dapat manusia manfaatkan dalam memelihara dan mengelola ketersediaan sumber daya. Manusia dengan kelebihan akalunya dapat melakukan berbagai hal untuk mengelola limbah tersebut agar tidak merusak lingkungan. Bakteri elulolitik pada limbah baglog dapat diteliti lebih lanjut, sehingga diperoleh starter yang berguna untuk agen biologi dan alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan.²²

²¹ Ibid. Enang Sudrajat, *et.al*.h.499

²² Isdaryanti, dkk. 2015. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Lignoselulosa Asal Rumen Sapi*. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin.h.9

Maha Besar Allah SWT dengan segala ciptaan-Nya. Allah SWT tidak pernah menciptakan segala bentuk makhluk-Nya tanpa suatu kelebihan. Makhluk hidup seperti bakteri yang dianggap merugikan justru dapat menjadi keuntungan bagi kehidupan manusia.

Bakteri selulolitik pada limbah, mulai banyak diteliti dan dikembangkan. Lingkungan dapat terjaga ekosistemnya dengan pengelolaan lebih lanjut bakteri ini. Bakteri ini makin memberi manfaat dalam segala bidang baik dalam segi lingkungan ataupun ekonomi, sehingga penelitiannya terus dikembangkan.

Hasil penelitian ini diharapkan juga dapat membantu siswa melaksanakan proses pembelajaran dan praktikum pada bab bakteri di sekolah. Serta membuktikan bahwa limbah media tanam jamur tiram putih (*P. ostreatus*) masih bermanfaat dengan melakukan isolasi dan seleksi bakteri *selulolitik*. Penelitian juga diharapkan mampu membantu mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah mikrobiologi.

Masalah-masalah yang telah diuraikan di atas melatar belakangi penulis melakukan penelitian mengenai isolasi dan seleksi enzimatik bakteri selulolitik dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Mudahnya usaha budidaya jamur tiram sehingga jumlahnya meningkat.
2. Meningkatnya limbah baglog pasca panen budidaya jamur tiram putih.
3. Penanganan limbah pasca panen jamur tiram putih yang masih terbatas.
4. Potensi limbah baglog yang belum diketahui sebagai agen biologis.
5. Keterbatasan pengetahuan masyarakat dalam mengelola limbah baglog sebagai agen biologis.
6. Potensi bakteri selulolitik sebagai starter biologi yang dapat diperoleh dari limbah baglog.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, ada beberapa batasan masalah yang penulis dapatkan, diantaranya sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah bakteri selulolitik dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*).
2. Subjek penelitian ini adalah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

3. Parameter penelitian ini adalah isolasi dan seleksi enzimatik bakteri selulolitik dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah di atas, maka penulis merumuskan masalah menjadi, apakah dapat dilakukan isolasi dan seleksi enzimatik bakteri selulolitik dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka penulis menyimpulkan bahwa tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Melakukan isolasi dan seleksi enzimatik bakteri selulolitik dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

F. Kegunaan Penelitian

Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka kegunaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis yaitu menambah wawasan dalam ilmu biologi dan sebagai sumber data dalam menyusun skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana.
2. Bagi masyarakat luas yaitu solusi alternatif sederhana yang relatif mudah dan aman dilakukan untuk menanggulangi masalah limbah pasca panen jamur tiram putih (*Pleurotus ostretus*).
3. Untuk menambah wawasan masyarakat yang belum mengetahui potensi yang dimiliki limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostretus*).
4. Sebagai informasi bagi peneliti dan lembaga mengenai kegunaan starter bakteri selulolitik dapat diperoleh dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostretus*) berbahan berbau serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

BAB II LANDASAN TEORI

A. Jamur

Jamur adalah tumbuhan sederhana, berinti, berspora, tidak berklorofil, sel berbentuk benang-benang (miselia) yang bercabang-cabang. Dinding sel jamur terdiri atas senyawa selulosa atau kitin sedangkan jamur tingkat tinggi (*Basidiomycetes*), dinding sel terbentuk dari polisakarida yang mengandung nitrogen atau kalosa (berupa lignin).¹

Jamur tingkat tinggi memiliki karakteristik tubuh buah yang besar (seperti batang, tangkai tudung, dan tudung) yang dapat dikonsumsi sehingga banyak dibudidayakan. Jamur tingkat rendah umumnya berupa mikroorganisme yang bersifat saprofit atau parasit, baik bagi tumbuhan, hewan, dan manusia. Berdasarkan sumber makanannya, kelas basidiomycetes terdiri dari 2 kelompok, antara lain:

1. Kelompok jamur yang sumber makanan utamanya dari serat tumbuhan paku (selulosa), seperti jerami padi, kapas, daun pisang, dan bongol jagung. Misalnya, jamur merang dan jamur kancing.

¹ Erie Maulana Sy. 2012. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yogyakarta: Lily Publisher. h. 9-12

2. Kelompok jamur yang sumber makanan utamanya dari serat kayu (lignin), misalnya jamur shiitake, jamur kuping, dan jamur tiram.²

Jamur telah menjadi salah satu alternatif pangan masa depan bernilai jual tinggi dalam beberapa tahun terakhir. Permintaan konsumen terhadap komoditas jamur belum mampu diimbangi dengan tingkatan produksinya. Orang memandang budidaya jamur sebagai peluang bisnis yang menggiurkan. Jamur pun menjadi ketertarikan tersendiri di kalangan masyarakat untuk dibudidayakan.³

Indonesia merupakan salah satu negara sebagai gudang jamur terkemuka di dunia. Budidaya jamur yang telah memasyarakat sebagai bahan konsumsi telah banyak di pasaran adalah jamur merang (*Volvariella volvaceae*), jamur champignon atau jamur kancing (*Agaricus bitoruis*, *A. compestris*, dan *A. bisporus*), jamur kayu seperti jamur kuping (*Auricularia auricular*, *A. polytricha*, dan *Trimella fuciformis*), jamur payung shiitake (*Lentinus edodes*) dan jamur tiram.⁴

Prospek pasar dan kemudahan dalam usaha budidaya jamur konsumsi layak untuk dikembangkan dan diusahakan dengan alasan seperti:

1. Daya serap pasar tinggi dan terus meningkat; data pada tahun 2007 menyajikan permintaan rata-rata ekspor jamur tiap bulan mencapai 820 ton dari berbagai jenis jamur seperti jamur merah kalengan, jamur tiram acar,

² Anak Agung Santosa, et.al. 2013. *Identifikasi Jamur Makroskopis di Cagar Alam Tangale Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo*. KIM Fakultas Matematika dan Ipa vol.1.no.1. h.4

³ Achmad. 2012. *Jamur (Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis)*. Depok:Penerbit Agriflo.h.4

⁴ Nunung Marlina Djarrijah dan Abbas siregar Djarrijah. 2001. *Budidaya Jamur Tiram Pembibitan, Pemeliharaan, dan Pengendalian Hama Penyakit*. Yogyakarta: Kanisius. h.9

2. Jamur tiram putih kering, shiitake kering, shiitake segar, jamur kuping segar, jenis lain. Kebutuhan pasar jamur tiram pada tahun 2015 diperkirakan mencapai 17.500 ton, namun baru terpenuhi sejumlah 13.825 ton/tahun.⁵
3. Stagnasi pasar sangat kecil karena dikonsumsi masyarakat setiap hari; permintaan jamur relatif stabil dan penurunan jumlah konsumsi hanya pada hari-hari tertentu saja.
4. Bahan baku (media tumbuh) mudah diperoleh dan murah.
5. Kebutuhan *skill* tidak begitu tinggi.
6. Proses pemeliharaan tergolong mudah.
7. Tidak memerlukan lahan luas.
8. Budidaya jamur tidak mengenal musim sehingga mampu menghasilkan keuntungan sepanjang tahun.
9. Jamur merupakan pangan alternatif yang lezat, sehat dan bergizi tinggi.
10. Tidak menimbulkan pencemaran lingkungan; limbah berupa baglog (media tanam) sisa produksi dapat diolah kembali untuk kompos. Kompos tersebut dapat digunakan untuk pupuk kolam ikan, campuran pakan ikan, kompos tanaman, campuran pakan ternak, dan media pemeliharaan cacing.⁶

⁵ *Op.Cit.* Achmad.h.28.

⁶ Rial Aditya dan Desi Saraswati. 2011. *Sepuluh Jurus Sukses Agribisnis Jamur*. Jakarta: Penebar Swadaya.h.6-9

B. Deskripsi Jamur Tiram

Jamur tiram dalam bahasa Yunani disebut *Pleurotus*, artinya “bentuk samping atau posisi menyamping antara tangkai dengan tudung”, sedangkan sebutan nama “tiram”, karena bentuk atau tubuh buahnya menyerupai kulit tiram (cangkang kerang). Negara di belahan Amerika dan Eropa, jamur ini lebih populer dengan sebutan *Oyster mushroom*, mempunyai tangkai tudung tidak tepat di tengah seperti jamur lainnya. Jamur tiram (*Pleurotus* spp.) adalah jamur pangan dengan tudung berbentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung.⁷

Jamur tiram banyak tumbuh pada kayu lapuk, dapat tumbuh optimal di daerah berhawa sejuk. Jamur tiram di alam bebas dapat dijumpai di hutan pegunungan yang sejuk hampir sepanjang tahun. Tubuh buah terlihat saling bertumpuk pada permukaan batang pohon yang sudah melapuk atau pokok batang pohon yang sudah ditebang. Warna tubuh buah dapat membantu membedakan jenis jamur tiram.

Klasifikasi dari jamur tiram adalah sebagai berikut:

Super kingdom: *Eukariota*

Kingdom: *Myceteae*

Divisi: *Mycota*

Subdivisi: *Emycotina*

Kelas: *Basidiomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Famili: *Agaricaceae*

⁷Op.cit.Erie Maulana Sy.h.14

Genus: *Pleurotus*

Spesies: *Pleurotus* sp.⁸



Gambar 2.1 Jamur tiram yang siap dipanen
Dapat diakses di <http://www.forclime.org/merang/50-STE-FINAL.pdf>.
Diakses pada 16 Januari 2017

Jamur tiram merupakan jamur konsumsi (cendawan *edible*). Jamur ini menempati posisi kedua setelah jamur merang produksinya mencapai 30% pada tahun 2007 yakni 10 ton total produksi setiap hari. Jamur tiram yang dibudidayakan saat ini memiliki keragaman jenis mulai bentuk, ukuran dan warna permukaan atas dari tudung yang berbeda, di antaranya:

- a. Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) P. florida
- b. Jamur tiram abu-abu (*P. cysridious*)
- c. Jamur tiram cokelat (*P. cycstidiosus*)
- d. Jamur tiram kuning gading (*P. citrinopileatus*)
- e. Jamur tiram merah jambu (*P. flatellatus*)
- f. Jamur tiram batang besar (*P. pulmonarius*)

⁸ Op.cit.Anak Agung Santosa, et.al. h.4

g. Jamur tiram bertudung besar (*P. eryngii*) atau king oyster mushroom.

Masyarakat Indonesia yang membudidayakan jamur tiram antara lain seperti jamur tiram putih (*P.ostreatus*), jamur tiram merah muda (*P.flabellatus*), jamur tiram abu-abu (*P. sajor caju*), dan jamur tiram abalone (*P.cystidiosus*). Jamur tiram pada dasarnya memiliki karakteristik yang hampir sama terutama dari segi morfologi, namun warna tubuh buah dapat dibedakan antara jenis yang satu dengan yang lain terutama dalam keadaan segar.⁹

a. Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) *P. florida*

Anggota genus *pleurotus*, jamur inilah yang lebih dikenal dengan jamur tiram. Jamur tiram putih dalam bahasa inggris dikenal sebagai oyster mushroom. Tudung dan batangnya berwarna putih, permukaan tudung jamur licin dan agak berminyak dengan diameter 3-14 cm. Jamur ini mempunyai rasa enak, kenyal, dan gurih. Rasanya menyerupai daging ayam atau tiram.¹⁰

Jamur ini mudah dibudidayakan pada berbagai media seperti jerami dan berbagai jenis kayu. Pertumbuhannya secara berkelompok berupa kluster (rumpun), tudung bertangkai panjang dan jika dimasak menjadi lunak.

⁹ Susilawati dan Budi Raharjo. 2010. *Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus var florida) yang Ramah Lingkungan. Materi Pelatihan Agribisnis Bagi KMPH* Report No. 50.STE.Final. BPTP Sumatera Selatan. h.1.

¹⁰ Achmad. 2012. *Jamur (Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis)*. Depok: Penerbit Agriflo.h.36



Gambar 2.2. *Pleurotus ostearatus*

Dapat diakses di <https://books.google.co.id/books?isbn=9790025610>. Diakses pada 16 Januari 2017

b. Jamur Tiram Cokelat (*Pleurotus cystidiosus*)

Jamur ini dikenal dengan nama jamur *abalone*, tudung berwarna putih ke-abuan sampai abu-abu kecokelatan dengan diameter 5-12 cm. *P.cystidiosus* mempunyai rumpun yang sangat sedikit, tetapi tudungnya lebih tebal dan daya simpannya lebih lama. Kalori yang terkandung mencapai 100 kkal/100g, sedangkan vitamin C yang dikandungnya sebesar 4 mg.¹¹



Gambar 2.3. *Pleurotus cystidiosus*

Dapat diakses di <https://books.google.co.id/books?isbn=9790025610>. Diakses pada 16 Januari 2017

¹¹ Erie Maulana Sy. 2012. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yogyakarta: Lily Publisher.h.20

c. Jamur Tiram Kuning (*Pleurotus citrinopeleatus*)

Tudung buahnya berwarna kuning bagai emas sehingga dijuluki *golden oyster mushroom*. Jamur tiram kuning mempunyai rumpun paling banyak dibanding dengan jamur tiram putih maupun cokelat. Jumlah cabangnya sedikit dan tubuhnya lebih tipis di banding jamur tiram cokelat serta daya simpan yang lebih singkat. Protein yang terkandung mencapai 42,3-47,9 g/100g.¹²



Gambar 2.4. *Pleurotus citrinopeleatus*

Dapat diakses di <https://books.google.co.id/books?isbn=9790025610>. Diakses pada 16 Januari 2017

d. Jamur Tiram Merah Muda (*Pleurotus flabellatus*)

Jamur tiram ini dikenal dengan nama sakura shimeji, warna putih kemerahan dan hidup bergerombol pada batang kayu. Protein yang terkandung dalam 100 gram jamur ini mencapai 19,9 g dan vitamin C 6,25 mg.¹³



Gambar 2.5. *Pleurotus flabellatus*

Dapat diakses di <https://books.google.co.id/books?isbn=9790025610>. Diakses pada 16 Januari 2017

¹² Achmad. 2012. *Jamur (Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis)*. Depok: Penerbit Agriflo.h.37

¹³ *Ibid.*Achmad.h.37

e. Jamur Tiram Bertudung Besar (*P. eryngii*) atau king oyster mushroom.

Jamur tiram ini berukuran besar, berat, gemuk, dan tidak sama dengan jamur tiram yang lainnya. Jamur jenis ini dikenal secara luas dengan sebutan jamur terompet berwarna cokelat kehitaman. Kualitas sangat bervariasi mulai tudung yang tebal dan padat berbentuk cawan cekung yang dalam, tangkai sangat pendek, pertumbuhan secara kluster namun tudung tidak saling menutupi (overlapping) layaknya jamur tiram jenis lain. Negara seperti Prancis dan Spanyol king oyster sangat disenangi.¹⁴

C. Kandungan Nutrisi dan Manfaat Jamur Tiram

Jamur tiram atau *hiratake* (*Pleurotus* sp.) termasuk ke dalam golongan jamur kayu. Jamur merupakan tumbuhan saprofit yang hidup pada kayu-kayu lapuk dan memperoleh bahan makanan dengan memanfaatkan sisa-sisa bahan organik di habitat alamnya.¹⁵

Jamur tiram adalah jenis jamur kayu yang memiliki kandungan nutrisi lebih tinggi dibandingkan dengan jenis jamur lainnya. Jamur tiram mengandung protein, lemak, fosfor, besi, biotin, niasin, thiamin (vitamin B1), dan riboflavin (vitamin B2). Terdapat 20 asam amino menyerupai derivat protein pada daging hewan yang dibutuhkan manusia namun tidak mengandung kolesterol antara lain *lysine*, *methionine*, *tryptofan*, *theonin*, *valin*, *leusin*, *isoleusin*, *histidin*, dan *fenilalanin*.¹⁶

¹⁴ Erie Maulana Sy. 2012. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yogyakarta: Lily Publisher.h. 21-22

¹⁵ *Loc. cit.* Susilawati dan Budi Raharjo

¹⁶ *Op.cit.* Erie Maulana Sy.h.29.

Asam amino adalah asam karboksilat yang mempunyai gugus amino sebagai komponen protein.¹⁷ Jamur pangan ini juga berguna sebagai antibakteri, antioksidan antitumor, menormalkan tekanan darah, menurunkan kolesterol, meningkatkan kekebalan tubuh, menguatkan saraf, dan mampu mengurangi stress.¹⁸ Nurtisi pada jamur tiram dapat pada daftar tabel berikut:¹⁹

Tabel 2.1 Komposisi dan kandungan nutrisi setiap 100 gram jamur tiram dapat di lihat pada tabel berikut:

Zat Gizi	Kandungan
Kalori (Energi)	367 kal.
Protein	10,5-0,4%
Karbohidrat	56,6%
Lemak	1,7-2,2%
Thiamin	0,20 mg
Riboflavin	4,74,9 mg
Niacin	77,2 mg
Ca (Kalsium)	314,0 mg
K (Kalium)	3,793,0 mg
P (Fosfor)	717,0 mg
Na (Natrium)	837,0 mg
Fe (Besi)	3,4-18,2 mg

Protein jamur tiram dari hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata mengandung 19-35%, lebih tinggi dibandingkan dengan beras (7, 38%) ataupun gandum (13, 2%). Asam lemak jamur tiram merupakan 86% asam lemak tidak jenuh dan 14% sisanya merupakan asam lemak jenuh.

¹⁷ Anna Poedjiadi dan F.M.Titin Supriyanti. 2009. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia. h.83

¹⁸ *Op.cit.* Erie Maulana Sy. h.33

¹⁹ Nunung Marlina Djarriah dan Abbas siregar Djarriah. 2001. *Budidaya Jamur Tiram Pembibitan, Pemeliharaan, dan Pengendalian Hama Penyakit*. Yogyakarta: Kanisius. h.10

Jamur tiram memiliki kandungan kalori yang sangat rendah, yaitu 100 kkal setiap 100 gram sehingga baik untuk pelaku diet.²⁰ Riboflavin, asam nicotinat, pantothenat dan biotin (B1) masih terjaga kualitasnya bahkan setelah melalui proses pemasakan.²¹ Jamur tiram juga mengandung senyawa *pleuran*, di Jepang senyawa ini bermanfaat sebagai obat. Nutrisi jamur tiram memiliki perbedaan kandungan nutrisi lebih tinggi apabila jamur masih dalam keadaan segar dibandingkan jamur dengan kondisi kering.

Jamur mulai dikenal sebagai bahan pangan sejak 3000 tahun lalu sebagai hidangan populer bagi raja di Mesir. Jamur dimanfaatkan sebagai obat herbal bagi para raja dan bangsawan pada masa Dinasti Shu di Cina 2400 tahun lalu. Jamur tiram kemudian berkembang pada masa Dinasti Ming (1368-1616 SM), jamur pada masa itu dipercaya sebagai bahan pangan yang mampu menurunkan kadar gula darah dan kolesterol, serta menghambat pertumbuhan sel kanker.²²

Jamur bermanfaat dalam aspek medis terbukti dengan banyaknya khasiat seperti antibakteri, antivirus, antioksidan, antitumor, menormalkan tekanan darah, menurunkan kolesterol, meningkatkan imunitas tubuh, menguatkan saraf hingga mengurangi stress. Peneliti pada tahun 1960 berhasil menemukan pengaruh beberapa jamur sebagai antitumor, komponen aktif yang dimaksud adalah *polysaccharida* khususnya Beta-D-Glucans.

²⁰ *Op.cit.* Erie Maulana Sy.h.29

²¹ *Ibid.*h.30-32.

²² Achmad. 2012. Jamur (Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis). Depok: Penerbit Agriflo.h.8-9

Jamur tiram (*Pleurotus* sp.) mampu menghambat metabolisme kolesterol di dalam tubuh manusia dengan kandungan statin yang dikemas dalam bentuk suplemen. Penelitian Bobek (1999) dari Research Institute of Nutrition Bratislava tentang “Natural products with hypolipemic and antioxidant effect” menyimpulkan bahwa mengkonsumsi 10 gram jamur tiram secara teratur akan menurunkan kolesterol 12,6% dan triglycerol 27,2% pada kasus kadar kolesterol dan trigliserida tinggi yang sifatnya diturunkan (*hyperlipoproteinemia*) di usia lanjut.

Jamur sangat berkhasiat bagi kesehatan seperti pada data tabel berikut manfaat jamur bagi pengobatan.²³

Tabel 2.2 Manfaat jamur bagi pengobatan

Kegunaan	Jenis Jamur					
	Merang	Kancing	Tiram	Shitake	Kuping	Lin Zi
Anti bakteri				√		√
Anti implamantol						√
Anti oksidan						√
Antitumor		√		√		√
Antivirus		√		√		√
Menormalkan tekanan darah				√	√	√
Meningkatkan kerja jantung	√					√
Menormalkan kadar gula		√		√		√
Meningkatkan kekebalan tubuh		√		√		√
Meningkatkan kerja ginjal			√	√		√
Meningkatkan kerja hati	√			√		√
Meningkatkan kerja sistem syaraf			√			√
Meningkatkan potensial seksual				√		
Meningkatkan kerja paru-paru						√
Mengurangi stress				√		√
Mengurangi pengapuran						√

²³ Susilawati dan Budi Raharjo. 2010. *Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus var florida) yang Ramah Lingkungan*. Materi Pelatihan Agribisnis Bagi KMPH Report No. 50.STE.Final. BPTP Sumatera Selatan.h.3.

D. Budidaya Jamur Tiram

Masyarakat awalnya masih sangat terbatas dalam memenuhi ketersediaan alami terhadap jamur konsumsi. Negara tropis seperti Indonesia, jamur hanya tumbuh secara alami saat musim hujan. Masyarakat mulai berinisiatif untuk melakukan budidaya jamur konsumsi guna memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat.²⁴

Petani Indonesia mulai diperkenalkan dengan budidaya jamur tiram pada tahun 1988 khususnya petani di Cisarua, Jawa Barat. Keberadaan petani dan pengusaha jamur tiram masih sangat sedikit pada waktu tersebut. Petani bunga dan peternak kemudian beralih membudidayakan jamur tiram sejak 1995 namun dalam skala kecil atau rumah tangga.²⁵

a. Komposisi media dalam pembudidayaan jamur tiram

Jamur tiram tumbuh soliter tetapi umumnya membentuk massa menyerupai susunan papan pada batang kayu. Jamur tiram putih secara alami banyak ditemukan tumbuh di batang-batang kayu lunak yang telah lapuk seperti pohon karet, damar, kapuk atau karet yang tergeletak di lokasi yang sangat lembab dan terlindung dari cahaya matahari.

Pleurotus spp. dapat tumbuh dan berkembang pada berbagai macam kayu. Jamur tiram tumbuh optimal pada kayu lapuk yang tersebar di dataran rendah sampai lereng pegunungan atau kawasan yang memiliki ketinggian antara 600-800 m di atas

²⁴ Achmad. 2012. *Jamur (Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis)*. Depok:Penerbit Agriflo.h.11

²⁵ *Loc.cit.*Achmad.h.11

permukaan laut. Kondisi lingkungan optimum untuk pertumbuhan jamur adalah tempat-tempat yang teduh dan tidak terkena pancaran (penetrasi) sinar matahari secara langsung.²⁶

Media tumbuhnya jamur dapat dikategorikan menjadi jamur dengan media kayu (tubuh kayu) dan jamur dengan media campuran. Jamur merang tumbuh pada media campuran dan banyak berkembang di daerah dataran rendah terutama di daerah persawahan. Sedangkan jamur dengan media yang berasal dari kayu antara lain jamur kuping, jamur tiram putih, jamur tiram abu-abu, jamur shitake ini banyak dikembangkan di daerah dataran tinggi.²⁷

Media adalah sarana tempat pertumbuhan baik berupa tanah maupun non-tanah. Jamur tiram memiliki kemampuan untuk tumbuh pada beragam media substrat. Kayu bulat yang keras sampai yang lunak, potongan kayu, serbuk gergajian kayu, kulit biji-bijian, serasah tanaman berkayu, kertas, limbah kapas, limbah batang padi (jerami), limbah jerami gandum, limbah batang dan bonggol jagung, limbah kulit buah kopi, dan limbah tanaman lainnya dapat digunakan sebagai media tumbuh jamur tiram.²⁸

Serbuk gergaji adalah bahan sisa yang kurang dimanfaatkan, namun menjadi bahan utama pada budidaya jamur tiram. Bekatul (dedak) dan tepung jagung juga

²⁶ Jumatriatikah Hadrawi. 2014. *Kandungan Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) dengan Masa Inkubasi yang Berbeda sebagai Bahan Pakan Ternak*. Diss. Universitas Hasanuddin. Makassar. h.6.

²⁷ Susilawati dan Budi Raharjo. 2010. *Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus var florida) yang Ramah Lingkungan. Materi Pelatihan Agribisnis Bagi KMPH Report No. 50.STE.Final*. BPTP Sumatera Selatan.h.2

²⁸ Erie Maulana Sy. 2012. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yogyakarta: Lily Publisher.h. 43

ditambahkan sebagai sumber karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral. Kapur (Calsium carbonat) merupakan sumber mineral sekaligus pengatur keasaman media tanam (pH), serta air agar miselia jamur dapat tumbuh dan menyerap makanannya.²⁹

Kayu atau serbuk kayu yang digunakan sebagai tempat tumbuh jamur mengandung karbohidrat, serat, lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Zat yang terkandung dalam kayu tersebut berguna untuk pertumbuhan jamur, tetapi adapula yang menghambat.

Kandungan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur tiram adalah karbohidrat, lignin dan serat, sedangkan faktor yang menghambat adalah getah dan zat ekstraktif (zat pengawet alami yang terdapat pada kayu).³⁰ Senyawa kimia yang menghambat pertumbuhan jamur saat penanaman yakni senyawa lilin, minyak atsiri, setra senyawa kimia berbentuk getah dan tanin.³¹

Serbuk gergaji kayu yang baik dapat menunjang pertumbuhan jamur tiram putih. Serbuk kayu berkualitas adalah tidak bercampur dengan bahan bakar, misalnya solar, atau sebageian besar bukan berasal dari jenis kayu yang banyak mengandung getah (*terpentin*). Contoh jenis kayu yang dapat digunakan adalah kayu karet, randu, meranti, dan albasia. Kayu tersebut tidak mengandung getah atau minyak yang dapat menghambat pertumbuhan jamur.³²

²⁹ *Ibid.*Erie Maulana Sy.h. 44-45

³⁰ Jumatriatikah Hadrawi. 2014. *Kandungan Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) dengan Masa Inkubasi yang Berbeda sebagai Bahan Pakan Ternak*.Diss.Universitas Hasanuddin.Makassar. h.6

³¹ *Op.cit.*Erie Maulana Sy.h.73

³² *Op.cit.*Jumatriatikah Hadrawi.h.6-7

Media tumbuh jamur tiram memiliki komposisi bahan-bahan yang dapat digunakan seperti tabel berikut³³

Tabel 2.3 Formulasi bahan sebagai media tumbuh jamur tiram

Fomulasi Bahan untuk Bibit Jamur Kayu	
Serbuk kayu halus	100 kg
Bekatul halus	12 kg
Calsium carbonat (CaCO_3)	2 kg
Glukosa	1 kg
Gypsum (CaSO_4)	1 kg

Dedak atau bekatul yang ditambahkan ke dalam media sebaiknya dedak halus yang masih segar. Bekatul yang telah terkontaminasi jamur pewarna, atau yang telah dihindangi hama, sebaiknya dihindari. Bekatul yang ditambahkan yaitu sebesar 10-20%. Mineral kalsium yang ditambahkan ke dalam media antara lain gips, kapur, kalsium karbonat, kalsium oksida, dan kalsium difosfat. Media yang dibuat secara langsung, kapur yang ditambahkan berkisar antara 1-1.5%, sedangkan untuk yang diperam (didiamkan) dahulu beberapa lama dapat menggunakan 0.5-1.5%.³⁴

Derajat kemasaman media harus mendekati netral. Jika media asam ditambahkan kapur atau CaO , jika media basa dapat ditambahkan gips, CaCO_3 atau kalsium difosfat, sedangkan jika media netral dapat ditambahkan gips dan kapur. Mineral kalsium yang

³³ *Op.cit.*Erie Maulana Sy.h.68

³⁴ *Op.cit.* Jumatriatikah Hadrawi.h.7

memiliki kandungan magnesium (Mg) seperti pada dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) juga dibutuhkan. Ca dan Mg pada dolomit berfungsi sebagai aktivator enzim sehingga mempercepat jamur tumbuh.³⁵

Air yang ditambahkan merupakan air bersih seperti air sumur, air gunung atau air suling. Air yang mengandung klorin tinggi, misalnya air ledeng, dapat menghambat pertumbuhan jamur. Banyaknya air yang ditambahkan tergantung bahan media yang digunakan. Air yang ditambahkan dianggap cukup apabila media dapat dikepal dan airnya tidak menetes.³⁶

b. Media tanam jamur tiram berbahan serbuk kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg)

Kayu sebagai media utama tumbuh jamur kayu (*Pleurotus* sp.) sangat beragam. Media tanam untuk jamur dapat menggunakan kayu atau serbuk gergaji yang merupakan limbah hasil industri. Kayu yang umum digunakan untuk budidaya jamur konsumsi seperti dadap, randu uru kembang, kapuk, kemiri cina, beringin, ceplok piring, murbei, durian dan kayu karet.³⁷

Pohon karet dalam bahasa ilmiahnya disebut *Hevea brasiliensis* Muell. Arg namun sering disebut juga dengan pohon *hevea* atau pohon getah, telah dikenal oleh

³⁵ Lia Masefa.*et.al.* 2016. *Pengaruh Kapur dan Dolomit Terhadap Pertumbuhan Miselium dan Produksi Jamur Tiram Cokelat (*Pleurotus cystidiosus* O.K.Miller)*. Jurnal Ilmu Pengetahuan Alam vol.5.No.1.ISSN:2338-0950.Jurusan Biologi Universitas Andalas.h.12

³⁶ *Loc.cit.*h.7

³⁷ Erie Maulana Sy. 2012. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yoyakarta: Lily Publisher.h.72-74

masyarakat Indonesia. Tanaman karet dapat berumur lebih dari 100 tahun.³⁸ Tanaman karet dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi: Spermathophyta

Subdivisi: Angiospermae

Kelas: Dicotyledonae

Ordo: Euphorbiales

Famili: Euphorbiaceae

Genus: *Hevea*

Spesies: *Hevea brasiliensis*³⁹

Karet (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.), termasuk dalam genus *Hevea* dari famili *Euphorbiaceae* merupakan pohon kayu tropis yang berasal dari hutan Amazon. *H. brasiliensis* dibudidayakan secara intensif pada perkebunan karet modern, dengan luas lebih dari 10 juta hektar di sekitar 40 negara di dunia. Pohon karet merupakan tanaman industri yang penting untuk produksi karet alam.⁴⁰

Karet alam (cis-1, 4-polyisoprene) diperoleh dari lateks, yaitu sel latisifer pada kulit batang tanaman karet. Lateks adalah sitoplasma latisifer atau sel pembuluh bagian dalam floem yang berkembang secara spesifik dalam sintesis karet alam. Aliran lateks terdorong keluar dari latisifer pada saat dilakukan penyadapan kulit kayu. Lateks tersebut kemudian dikumpulkan dan diolah untuk mendapatkan karet alam.⁴¹

³⁸ Tumpal H.S.Siregar dan Irwan Suhendri. 2013. *Budidaya dan Teknologi Karet*. Jakarta: Penebar Swadaya.h.7

³⁹ Didit Heru S. dan Agus Handoko. 2008. *Petunjuk Lengkap Budidaya Karet (Revisi)*. Jakarta: PT.ArgoMedia Pustaka.h.37

⁴⁰ Riza Arief Putranto. 2012. *Bioteknologi Tanaman Karet untuk Indonesia*. Proceeding Konferensi Nasional. Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia. Doctorant Ecole Doctorale de SIBAGHE/CIRAD Lavalette Université Montpellier.h.2

⁴¹ Ibid. Riza Arief Putranto.



Gambar 2.6. Penyadapan tanaman karet pada umumnya. Dapat diakses di https://www.researchgate.net/publication/291348638_Bioteknologi_Tanaman_Karet_untuk_Indonesia. Diakses pada 30 Maret 2017

Tanaman karet dikenal dengan beberapa sebutan, seperti lastik *bara'* (Arab), *caucho* (Spanyol) atau *Kausuu* (Kamboja). Pohon karet adalah salah satu dari sebagian kecil tanaman tahunan yang sangat ramah lingkungan. Pohon karet dapat memperbaiki lingkungan dengan menggugurkan daun periodik ataupun kemampuan akarnya mampu menembus lapisan tanah yang tidak layak untuk tanaman lain.⁴²

Indonesia merupakan negara dengan perkebunan karet terluas di dunia. Pohon karet dalam kurun waktu 10 tahun sejak dikembangkan pada 1864 luas perkebunan karet di Indonesia mencapai 3.262.291 hektare, yang mencakup 22 provinsi dari 30 provinsi yang ada pada tahun 2004.⁴³ Kebun karet di Indonesia pada tahun 2011 luasnya mencapai 3,46 juta hektare, dengan tingkat produktivitas 1,016 kg karet kering/hektare/tahun.⁴⁴

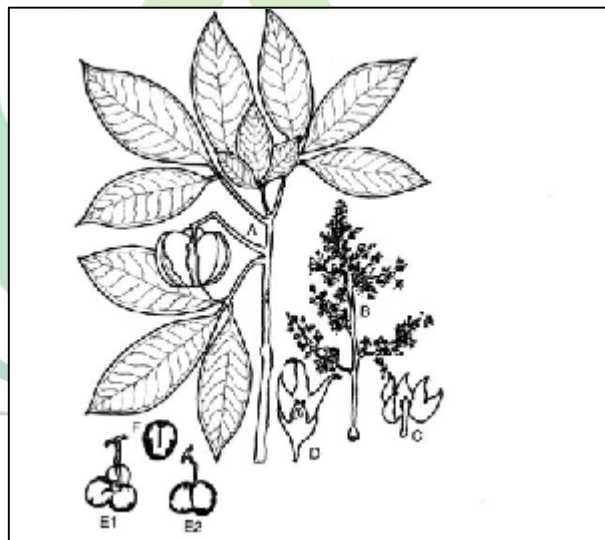
⁴² *Op.cit.* Tumpal H.S.Siregar dan Irwan Suhendri.h.13

⁴³ *Op.cit* Didit Heru S. dan Agus Handoko..h.11

⁴⁴ Nurhawaty Siagian. 2015. *Cara Modern Mendongkrak Produktivitas Tanaman Karet*. Jakarta:PT. ArgoMedia Pustaka.h.2



Gambar 2.6. Tanaman karet menjadi primadona perkebunan di negara Tropis sejak tahun 1864. Dapat diakses <https://books.google.com> > ... > Agriculture > Agronomy > Crop Science. Diakses pada 29 Maret 2017



Gambar 2.7. Bunga dan Buah Karet. Dapat diakses <http://www.digilib.litbang.pertanian.go.id/v2/katalog/buku/all/seri-budi-daya-karet> Diakses pada 29 Maret 2017

Substrat yang umum digunakan dalam budidaya jamur tiram di Lampung adalah serbuk gergaji kayu karet yang didapat dari sisa pengolahan kayu karet. Kayu karet memiliki sifat dasar mudah untuk digergaji karena permukaan kayu yang halus. Kayu

ini memiliki kadar holoselulosa tinggi, kandungan lignin dan pentosan rendah, serta jumlah zat ekstraktif yang tinggi.⁴⁵

Zat ekstraktif merupakan penyusun dinding sel yang terdapat pada rongga sel dan terkadang memiliki sifat toksik. Zat ekstraktif yang cukup tinggi dikhawatirkan dapat mengganggu aktivasi mikroorganisme atau enzim dalam proses delignifikasi (degradasi lignin), hidrolisis maupun fermentasi. Zat ekstraktif yang tinggi pun memiliki keuntungan yakni mampu melindungi kayu terhadap kerusakan secara mikrobiologi atau serangan serangga. Zat ekstraktif pada kayu memiliki komposisi seperti minyak-minyak, resin, lilin, lemak, tannin, gula pati dan zat warna.⁴⁶

Selulosa yang tinggi akan menambah kekuatan kayu, hal ini karena selulosa merupakan konstituen pokok dari tiap-tiap dinding sel. Dinding kayu karet memiliki selulosa yang rendah menunjukkan bahwa kayu yang tidak terlalu kuat dan tidak terlalu kaku. Lignin bergungsi sebagai perekat ikatan antiserat tersebut. Perpaduannya dengan selulosa akan menghasilkan sebuah senyawa bernama lignoselulosa. Senyawa ini yang membuat kayu karet menjadi kuat dan kaku.⁴⁷ Komposisi kimia pada kayu karet yaitu selulosa total 49,9%, pentosan 15,6%, signin 26,8%, dan silika 0,2%.⁴⁸

⁴⁵ Wawan Haryudin dan Cheppy syukur. 2013. *Peluang Pemanfaatan Kayu Karet (Hevea brasiliensis) sebagai kayu Industri*. Warta penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.vol.19.no.2.h.28-29

⁴⁶ Arya Sukanandi.*et.al.* 2012. *Komponen Kimia Sepuluh Jenis Kayu Kurang Dikenal: Kemungkinan Penggunaan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*.Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 32 No. 3. ISSN: 0216-4329.h.211

⁴⁷ *Loc.cit.*h.12

⁴⁸ Dewi Arna Natalia. 2017. *Jamur tiram sebagai jamur uji keawetan alami kayu karet dan sengon dengan metode standar nasional Indonesia dan standar industri Jepang*. Departemen silvikultur Institut Pertanian Bogor.h.15

Kayu sebagai media tumbuh jamur tiram perlu diperhatikan dalam pemilihannya. Kayu dengan kandungan senyawa kimia seperti lilin, minyak atsiri, getah dan tannin dapat menghambat pertumbuhan jamur. Kayu pohon yang berumur tua memiliki kadar senyawa kimia penghambat yang tinggi, sehingga sukar melapuk. Senyawa kimia penghambat (zat ekstraktif) dapat diberi berbagai perlakuan untuk menghilangkan atau mengurangi kandungannya. Perlakuan yang dapat dilakukan yaitu dengan perendaman, pengeringan, pencucian, pengomposan, pengukusan, atau kombinasi dari perlakuan tersebut.⁴⁹

Serbuk kayu karet dapat dipilih sebagai komposisi substat pertumbuhan jamur tiram. Pohon karet memiliki areal pembudidayaan yang luas dan kualitas relatif baik, sehingga banyak industri yang memanfaatkan kayu ini. Industri kayu yang berkembang membuat limbah berupa serbuk kayu juga melimpah. Kayu karet merupakan jenis kayu yang relatif mudah untuk digergaji karena permukaannya yang halus sehingga baik untuk pertumbuhan jamur.

c. Potensi Pasca Panen Budidaya Jamur Tiram

Jamur yang diproduksi cukup besar tentunya akan menghasilkan limbah media jamur yang besar juga. Minimnya pengetahuan, menyebabkan kelompok-kelompok tani yang bergerak dibidang usaha jamur memiliki kendala dalam pengolahan limbah.⁵⁰

⁴⁹ Erie Maulana Sy. 2012. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yoyakarta: Lily Publisher.h.73-74

⁵⁰ Hunaepi, *et.al.* 2014. *Pemanfaatan Limbah Media Jamur Sebagai sebagai Pupuk Organik (Ibm Kelompok Tani)*. Vol. 1. No. 2 ISSN: 2355-6358. Jurnal Ilmiah IKIP Mataram Program Studi Pendidikan Biologi IKIP Mataram. h.187

Limbah yang tidak dimanfaatkan atau dibiarkan dapat menjadi sarang hama dan penyakit yang sewaktu-waktu menyerang usaha budidaya jamur, pembibitan jamur, tanaman pertanian, ternak dan manusia. Limbah itu juga dapat memberikan pemandangan yang tidak baik atau mengganggu estetika lingkungan.

Baglog merupakan istilah lain dari media tanam jamur tiram. Terdapat dua macam baglog yang berpotensi menjadi limbah bagi lingkungan, yaitu baglog tua dan baglog terkontaminasi. Baglog tua berasal dari baglog yang sudah tidak produktif lagi atau sudah tidak menghasilkan jamur, baglog tua biasanya berumur lebih dari tiga bulan. Baglog terkontaminasi disebabkan karena sebelum jamur tumbuh baglog mengalami masa inkubasi yaitu masa pertumbuhan mycelium hingga baglog full grown sehingga gagal untuk ditumbuhkan jamur (gagal tumbuh).⁵¹

Limbah pertanian berupa selulosa merupakan masalah penting di Indonesia, hal ini disebabkan kandungan material selulosa yang melimpah namun sulit didegradasi. Baglog sebagai media penanaman jamur juga menyumbang limbah pertanian yang cukup besar seiring konsumsi meningkat. Alternatif yang dapat dilakukan dalam pengelolaan limbah baglog jamur tiram putih yaitu dengan menjadikannya pupuk organik⁵² dan pakan ternak⁵³.

⁵¹ Jumatriatikah Hadrawi. 2014. *Kandungan Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) dengan Masa Inkubasi yang Berbeda sebagai Bahan Pakan Ternak*. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanudding. Makassar. h.9-10

⁵² Dewi Sugestyati, dan Suryanti S. P. 2015. *Potensi Limbah Medium Jamur Tiram Berbahan Serasah Daun Kakao Diperkaya Trichoderma Harzianum Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Tomat*. Diss. Universitas Gadjah Mada. h.2

⁵³ R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan. 2013. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Selulolitik yang diisolasi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus*

Limbah baglog juga dapat dimanfaatkan sebagai media budidaya cacing tanah (*Pheretima* sp) atau bedding. Usaha ini tidak lepas dari kegiatan pengomposan menggunakan cacing tanah yang menghasilkan casting (vermikompos). Budidaya cacing tanah menciptakan lapangan kerja baru, mengurangi polusi air dan udara, mengurangi kebutuhan pupuk dan mengurangi buruknya kesehatan lingkungan. Cacing *Pheretima* sp. disamping dapat dibudidayakan juga memproduksi vermikompos berkualitas baik sesuai dengan standar SNI kompos.⁵⁴

Spesifikasi standar kualitas pembuatan pupuk kompos dapat dilihat melalui data tabel berikut.⁵⁵

Tabel 2.4 Standar kualitas kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	⁰ C		suhu air tanah
3	Warna			Kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	Mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0.10	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3

ostreatus). *Jurnal Biologi Bidang Biokimia Mikroba*, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat. h. 20

⁵⁴ Siti Rochmah Nurwati. 2011. *Pemanfaatan Limbah Baglog Jamur sebagai Media Budidaya Cacing Pheretima Sp.* Diss. Universitas Gadjah Mada, h.1

⁵⁵ Standar Nasional Indonesia. *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestic*. SNI (2004): 19-7030. h.4

17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
25	Kalsium	%	*	25.50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27	Besi (Fe)	%	*	2.00
28	Aluminium (Al)	%	*	2.20
29	Mangan (Mn)	%	*	0.10
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3
Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum				

Baglog memiliki kandungan lignin dan selulosa yang cukup tinggi. Lignin adalah zat yang berfungsi sebagai penyusun sel yang terdapat dalam kayu bersama dengan selulosa. Lignin dalam kayu berguna seperti lem atau semen yang mengikat sel-sel lain dalam satu kesatuan sehingga bisa menambah kekuatan kayu supaya terlihat kokoh dan berdiri tegak. Selulosa adalah komponen utama penyusun dinding sel tanaman.⁵⁶

⁵⁶ Jumatriatikah Hadrawi. 2014. *Kandungan Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) dengan Masa Inkubasi yang Berbeda sebagai Bahan Pakan Ternak*. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanudding. Makassar.h.13-15



Gambar 2.8 dan 2.9. (a) Baglog tua dan (b) baglog terkontaminasi
Dapat diakses di [http://](http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/12063/skripsi.pdf?sequence=2)

repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/12063/skripsi.pdf?sequence=
2. Diakses pada 15 Desember 2016.

E. Selulosa

Selulosa merupakan material yang secara alamiah terdapat pada kayu, kapas, jerami, serta tumbuhan lainnya. Selulosa pertama kali diisolasi dari kayu pada tahun 1855 oleh Charles F. Cross dan Edward Bevan di Jordell Laboratory of Royal Botanic Garden, Kew, London. Komponen selulosa merupakan penyusun utama dinding sel pada tumbuhan.⁵⁷ Dinding sel merupakan sel jaringan vaskuler pada tanaman tingkat tinggi.⁵⁸

⁵⁷ Didya Sinatryani. 2014. *Kelimpahan Bakteri Selulolitik di Muara Sungai Gunung Anyar Surabaya dan Bancaran Bangkalan*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.h.18

⁵⁸ Kurniawan Sarju Ambriyanto. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* Schaum)*. Jurnal Imiah FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.h.2

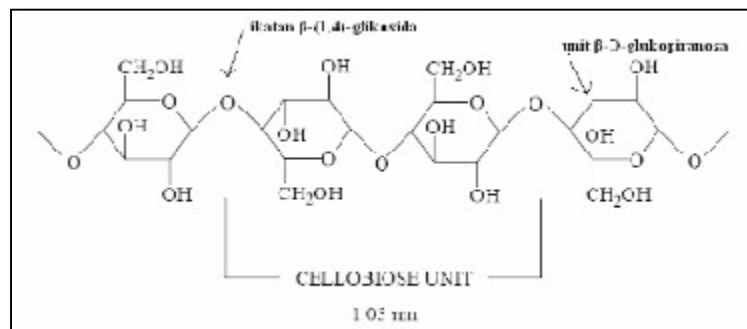
Selulosa memiliki komposisi yang tergantung dari sumber asalnya, misalnya berasal dari kayu keras, lunak atau rerumputan (serasah). Contoh komposisi selulosa pada beberapa sumber dapat dilihat pada tabel berikut:⁵⁹

Tabel 2.5 Komposisi ligniselulosa dalam beberapa sumber

Materi Selulosa	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Batang kayu keras	40-45	24-40	18-25
Batang kayu lunak	45-50	25-35	25-35
Rumput	25-40	35-50	10-30
Daun	15-20	80-85	0
Kertas	85-99	0	0-15

Selulosa merupakan polimer dari β -glukosa dengan ikatan β -1-4 antara unit-unit glukosa. Hasil pemeriksaan selulosa dengan sinar X menunjukkan bahwa selulosa terdiri dari rantai linier unit selobiosa yang oksigen cincinnya berselang seling dengan posisi depan dan belakang. Molekul linier ini mengandung rata-rata 5000 unit glukosa, beragregasi menghasilkan fibril yang terikat bersama oleh ikatan hidrogen antara hidroksil-hidroksil pada rantai yang bersebelahan.⁶⁰

Unit glukosa dalam selulosa mengandung tiga gugus hidroksil. Berikut struktur kimia dari selulosa:



⁵⁹ *Op.cit.*Desi Anggarati.h.8

⁶⁰ *Op.cit.* Didya Sinatryani

Gambar 2.10 Struktur selulosa.
Dapat diakses di <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100010041320/13517>. Diakses pada 27 September 2017.

Rantai selulosa terdiri dari satuan glukosa anhidrida yang saling berikatan melalui atom karbon pertama dan ke empat. Ikatan yang terjadi adalah ikatan β -1,4-glikosidik. Molekul-molekul selulosa secara ilmiah tersusun dalam bentuk fibril-fibril yang terdiri dari beberapa molekul selulosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Fibril-fibril ini membentuk struktur kristal yang dibungkus oleh lignin. Komposisi kimia dan struktur yang demikian membuat kebanyakan bahan yang mengandung selulosa bersifat kuat dan keras. Sifat kuat dan keras yang dimiliki oleh sebagian besar bahan berselulosa membuat bahan tersebut tahan terhadap peruraian secara enzimatik. Secara alamiah peruraian selulosa berlangsung sangat lambat.⁶¹

Selulosa merupakan material organik yang sangat melimpah pada tanaman dan siap untuk dipecah oleh berbagai bakteri dan fungi di dalam tanah. Mikroorganisme tersebut menggunakan enzim selulase untuk memecah selulosa menjadi molekul selobiosa yang merupakan disakarida yang terdiri dari dua unit glukosa.⁶²

“Enzim yang berperan di dalam perombakan selulosa menjadi glukosa, yaitu:

- a) Enzim endoglukanase, berfungsi memotong rantai glukosa yang panjang menjadi rantai yang lebih pendek secara acak.
- b) Enzim cellobiohydrolase, berfungsi memotong setiap dua rantai glukosa (selobiosa), dimulai dari rantai nomor satu (rantai terakhir) glukosa.

⁶¹ M. Luthfi Ramadhan, *et.al.* 2012. *Analisis Potensi dan Karakterisasi Molekuler Gen 16S rRNA Bakteri Selulolitik yang Diisolasi dari Makroalga Eucheuma sp dan Sargassum sp sebagai Penghasil Selulase*. Jurnal Perikanan dan Kelautan vol.3.No.3:61-67 ISSN: 2088-3137. Unpad. Bandung.h.6

⁶² Ibid. Didya Sinatryani

c) Enzim β -glukosidase, berfungsi memotong selobiosa menjadi molekul-molekul glukosa”.⁶³

Unsur selulosa di alam memiliki kelimpahan tertinggi terhadap karbohidrat, namun pememfaatannya belum optimum. Selulosa dapat dikonversi menjadi produk-produk bernilai ekonomis yang lebih tinggi seperti glukosa dan etanol. Hidrolisis selulosa dengan bantuan selulase sebagai biokatalisator atau dengan hidrolisis secara asam/basa dapat membantu mengkonversi tersebut.⁶⁴ Komponen selulosa terhidrolisis sempurna akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa, sedangkan hidrolisis tidak sempurna akan menghasilkan disakarida dari selulosa yaitu selobiosa.⁶⁵

Enzim merupakan protein sel hidup yang berperan sebagai biokatalisator dalam proses biokimia, baik yang terjadi di dalam sel maupun di-luar sel. Enzim merupakan katalisator sejati yang dapat meningkatkan kecepatan reaksi kimia spesifik dengan nyata, suatu reaksi kimia akan berlangsung sangat lambat tanpa adanya enzim. Enzim tidak mampu mengubah titik keseimbangan dari reaksi yang dikatalisisnya dan enzim juga tidak akan habis dipakai atau diubah secara permanen oleh reaksi-reaksi tersebut.⁶⁶

⁶³ Sukadarti S, dkk. 2010. *Produksi Gula Reduksi dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur Trichoderma reesei*. Proceeding: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia ISSN: 1693-4393. Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Yogyakarta.

⁶⁴ M. Luthfi Ramadhan, et.al. 2012. *Analisis Potensi dan Karakterisasi Molekuler Gen 16S rRNA Bakteri Selulolitik yang Diisolasi dari Makroalga Eucheuma sp dan Sargassum sp sebagai Penghasil Selulase*. Jurnal Perikanan dan Kelautan vol.3.No.3:61-67 ISSN: 2088-3137. Unpad. Bandung.h.11

⁶⁵ Ahmad Ruzki Anwar. 2013. *Bio-Degradasi Selulosa Hasil Bio-Pretreatment Jerami Padi Secara Fermentasi Padat Menggunakan Isolat Actinomyces Acp-1 Dan Acp-7*. Skripsi. Fakultas Mipa, Universitas Lampung.h.6

⁶⁶ Ibid. Ahmad Ruzki Anwar.h.7

Enzim selulase merupakan salah satu kelompok enzim yang termasuk dalam suatu sistem yang diproduksi mikroorganisme dalam degradasi material sel tumbuhan. Enzim ini termasuk dalam famili glikosil hidrolase. Enzim selulase berperan dalam hidrolisis selulosa dengan memecah ikatan β -1,4-D-glikosida untuk menghasilkan oligosakarida maupun glukosa.⁶⁷

F. Bakteri Selulolitik

Jasad hidup yang ukurannya kecil sering disebut sebagai mikroba, mikroorganisme atau jasad renik. Mikroba di alam secara umum berperan sebagai produsen, konsumen, maupun redusen. Produsen menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik dengan energi sinar matahari. Mikroba yang berperan sebagai produsen adalah alga dan bakteri fotosintetik. Jasad konsumen menggunakan bahan organik yang dihasilkan oleh produsen contohnya adalah protozoa. Jasad redusen seperti misalnya bakteri dan jamur (fungi) menguraikan bahan organik dan sisa-sisa jasad hidup yang mati menjadi unsur-unsur kimia (mineralisasi bahan organik).⁶⁸

Bakteri berasal dari kata “*bakterion*” dalam bahasa Yunani berarti tongkat atau batang. Bakteri kini digunakan untuk menyebut sekelompok mikroorganisme yang bersel satu, tidak berklorofil (meskipun ada pengecualian pada spesies tertentu), berkembangbiak dengan membelah diri, dan tidak dapat dilihat tanpa bantuan alat pembesar (mikroskop).⁶⁹

⁶⁷ Ibid. Ahmad Ruzki Anwar.h.8

⁶⁸ Sri Sumarsih. 2003. *Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar*. Fakultas Pertanian UPN Veteran. Yogyakarta.h.28

⁶⁹ D. Dwijoseputro. 2010. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.h.22

Bakteri yang dapat mendegradasi selulosa disebut juga bakteri selulolitik. Bakteri selulolitik memiliki kemampuan dalam menghidrolisis bahan-bahan dari alam yang mengandung selulosa menjadi produk yang lebih sederhana. Kelompok bakteri yang dapat mendegradasi selulosa adalah *Chaetoniium* sp, *Chytophaga* sp, dan *Clostridium* sp. Bakteri jenis *Clostridium* sp pada sebuah penelitian digunakan untuk produksi beberapa pelarut seperti aseton, butanol dan etanol dari tepung jagung dengan kadar 14,28 g/L.⁷⁰

Selulosa adalah polimer karbohidrat yang terbanyak yang terdapat di alam, sehingga mikroorganisme pendegradasi selulosa dapat ditemukan di berbagai ekosistem. Enzim selulosa dapat dihasilkan oleh berbagai bakteri dan fungi baik aerob, anerob, mesofil ataupun termofil. Bakteri pendegradasi selulosa termofil dapat menghasilkan enzim selulase yang relatif stabil tahan pada kondisi asam atau basa dan pada suhu tinggi hingga 90°C. Organisme dapat mendegradasi selulosa dan menjadikan selulosa sebagai sumber karbon tunggal sebagian besar terjadi dalam keadaan aerob. Sedangkan, berkisar antara 5-10% degradasi yang berlangsung secara anaerob.⁷¹

Hasil penelitian menyebutkan bahwa mikroorganisme seperti kapang, bakteri dan aktinomisetes mampu menghasilkan selulose. Kapang dari jenis *Tricoderma* dan *Aspergillus* ditemui sebagai pendegradasi hemiselulosa. Kelompok organisme *Clostridium*, *Cellulomonas*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Neuspora*, *Fusarium*,

⁷⁰ Op.cit. M. Luthfi Ramadhan, *et.al*.h.18

⁷¹ Kurniawan Sarju Ambriyanto. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (Pennisetum purpureum* Schaum). Jurnal Imiah FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.h.12

Aspergillus memiliki aktivitas selulolitik yang tinggi. Jenis kapang banyak mendegradasi bahan-bahan berkayu, sedangkan bakteri banyak mendegradasi bahan dari tanah.⁷²

Limbah baglog sebagai sampel dalam penelitian ini diketahui bahwa dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang terbaharukan. Kandungan karbon (C) dan nitrogen (N) cukup tinggi sebagai aspek dasar penggunaan limbah ini. Unsur C/N yang tinggi tersebut disebabkan oleh proses hidrolisis oleh mikroba salah satunya adalah bakteri selulolitik.⁷³

Baglog yang telah tidak terpakai merupakan salah satu limbah pertanian yang masih memiliki nilai ekonomis dengan pemanfaatan lebih lanjut. Ilmu bioteknologi yang semakin berkembang memanfaatkan mikroba salah satunya bakteri guna proses biokonversi. Biokonversi pada limbah pertanian ini diubah menjadi produk seperti pupuk, bioethanol, pakan ternak, dan sebagainya.⁷⁴

Organisme selulolitik dalam hal ini adalah bakteri, memproduksi enzim yang mampu mendegradasi beberapa tipe selulosa menjadi glukosa. Selulosa terhidrolisis secara enzimatik dapat dideteksi dengan beberapa cara, salah satunya dengan melihat

⁷² Anindyawati, Trisanti. 2010. *Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian untuk Pupuk Organik*. Berita Selulosa Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI vol.45.no.2.70-77 Bogor.h.74

⁷³ R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan. 2013. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Selulolitik yang diisolasi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus)*. Jurnal Biologi Bidang Biokimia Mikroba, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat.h.20

⁷⁴ Anindyawati, Trisanti. 2010. *Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian untuk Pupuk Organik*. Berita Selulosa Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI vol.45.no.2.70-77 Bogor.h.71

aktivitas CMCase. *Carboxy methyl Cellulose* (CMC) adalah senyawa karbohidrat turunan selulosa, kopolimer dua unit β -D glukosa dan β -D-glukopiranos 2-O- (karboksilmetil)-garam monosodium yang terikat melalui ikatan β -1,4-glikosidik. CMC memiliki kelarutan lebih tinggi daripada selulosa, sehingga mudah dihidrolisis. Produk CMC terdiri atas berbagai jenis yang digolongkan berdasarkan kandungan yang ada didalamnya seperti yang tersaji pada data berikut:⁷⁵

Tabel 2.7 Pembagian CMC berdasarkan kualitas dan pemanfaatannya

Kelompok kualitas dari CMC	Contoh Penggunaan	Kandungan CMC (%)	Kandungan Garam (%)
<i>Technical</i>	<i>Ditergents, Mining Flotation</i>	< 4	>25
<i>Semi-purified</i>	<i>Oil And Gas Drilling Muds</i>	75-85	15-25
<i>Purified</i>	<i>Paper Coating, Textile Sizing And Printing, Cramic Glazing, Oil Drilling Muds</i>	>98	<2
<i>Extra Purified</i>	<i>Food, Toothpate, Pharmaceuticals</i>	>99,5	<0,5

Substrat CMC memiliki dua istilah yang sering digunakan yakni *Degree of Polimeritation* (DP) dan *Degree of Substitution* (DS). DP menunjukkan panjang dan monomer yang menyusun suatu rantai pada CMC. Sedangkan, DS menunjukkan berapa banyak gugus hidroksi pada selulosa yang diganti dengan lainnya setiap 100 AGU (*anhydroglucopyranose unit* (s)). DS dengan range yang rendah maka akan memudahkan bakteri mendegradasi substrat CMC.⁷⁶

⁷⁵ Kurniawan Sarju Ambriyanto. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumpun Gajah (Pennisetum purpureum Schum.)*. Jurnal Imiah FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.h.14

⁷⁶ Ibid. Kurniawan Sarju Ambriyanto

Aktivitas enzimatis yang di pengaruhi oleh CMC memiliki kadar tertentu dalam penggunaannya DS pada Range DS 0,4 dan 0,7 tidak dapat digunakan sebagai CMC sebab nilainya yang sangat rendah. CMC yang dimanfaatkan untuk aktivitas selulase pada bakteri lebih efektif menggunakan DS pada takaran 0,9. Sedangkan, pada mikroorganisme tanah dan air selokan dapat menggunakan DS 1,2.

Hidrolisis CMC menjadi gula-gula sederhana dapat dilakukan dengan menggunakan katalis asam, enzim maupun mikroba selulolitik, namun hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan dari pada menggunakan asam. Hidrolisis enzimatis memberikan keuntungan seperti tidak menimbulkan masalah korosi, berlangsung pada kondisi mild (pH 4,8 dan suhu 50°C) dan memberikan hasil yang lebih tinggi.⁷⁷

Selulosa tersusun atas dua bagian yakni kristal dan amorf. Amorf merupakan bagian yang lebih mudah dipecah oleh enzim dibanding bagian kristal. Aktivitas selulase oleh enzim pada bagian kristal menunjukkan nilai yang rendah akibat adanya ikatan hidrogen intramolekuler dan intermolekuler yang kompleks.

G. Analisis Materi Pembelajaran

Kata dasar “pembelajaran” adalah belajar. Pembelajaran merupakan suatu kegiatan yang melibatkan seseorang dalam upaya memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif dengan memanfaatkan berbagai sumber untuk

⁷⁷ Salman Farisi. 2015. *Optimasi Medium Produksi Enzim Selulase Dari Bakteri Probiotik Lokal Bacillus sp.* Diss. Program Studi Magister Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. h.14

belajar. Pembelajaran dapat melibatkan dua pihak yaitu siswa sebagai pembelajar dan guru sebagai fasilitator agar terjadi proses belajar (*learning process*).⁷⁸

Tujuan pembelajaran akan tercapai apabila hasil belajar mengajar berjalan optimal sehingga tujuan pendidikan terwujud. Undang-undang RI nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional mengamanatkan bahwa pendidikan nasional bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab.⁷⁹

Biologi sebagai salah satu bidang IPA menyediakan berbagai pengalaman belajar untuk memahami konsep dan proses sains. Keterampilan proses ini meliputi keterampilan mengamati, mengajukan hipotesis, menggunakan alat dan bahan secara baik dan benar dengan selalu mempertimbangkan keamanan dan keselamatan kerja, mengajukan pertanyaan, menggolongkan dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil temuan secara lisan atau tertulis, menggali dan memilah informasi factual yang relevan untuk menguji gagasan-gagasan atau memecahkan masalah sehari-hari.⁸⁰

⁷⁸ Rudi Susilana dan Cepi Riyana.2009.*Media Pembelajaran: Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, dan Penilaian*.Bandung: CV. Wacana Prima.h.1

⁷⁹ Rohmad Qomari. 2008. *Pengembangan Instrumen Evaluasi Domain Afektif*. Jurnal Pemikiran Alternatif Pendidikan Vol. 13.No. 1. P3M STAIN Purwokerto. h.2.

⁸⁰ Badan Standar Nasional Pendidikan.2006. *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMA/MA*. Dapat diakses di <https://mansurmok.files.wordpress.com/2010/08/buku-standar-isi-sma.pdf>. Diakses Pada 16 Januari 2017.h.167

Biologi bukan hanya sekedar penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Proses pembelajarannya menitik beratkan pada pemberian pengalaman langsung kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pengalaman langsung dapat dilakukan melalui kegiatan praktikum di laboratorium atau kegiatan observasi ke alam sekitar.⁸¹

Mata pelajaran Biologi bertujuan agar peserta didik memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Membentuk sikap positif terhadap biologi dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa.
2. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain.
3. Mengembangkan pengalaman untuk dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.
4. Mengembangkan kemampuan berpikir analitis, induktif, dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip biologi.

⁸¹ Eni Nuraeni. 2010. *Studi Komparasi Hasil Belajar Siswa antara Menggunakan Peta Konsep dan Pemberian Tugas dalam Pembelajaran Biologi Materi Pokok Sistem Gerak pada Manusia Kelas VIII MTs Al-Miftah Sindangjaya Ketanggungan Brebes*. Skripsi Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo Semarang. h.15

5. Mengembangkan penguasaan konsep dan prinsip biologi dan saling keterkaitannya dengan IPA lainnya serta mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap percaya diri.
6. Menerapkan konsep dan prinsip biologi untuk menghasilkan karya teknologi sederhana yang berkaitan dengan kebutuhan manusia.
7. Meningkatkan kesadaran dan berperan serta dalam menjaga kelestarian lingkungan.⁸²

Konten biologi abad 21 yang dipelajari adalah molekuler sampai organisme: struktur dan proses; ekosistem: interaksi, energi dan dinamikanya; Hereditas: pewarisan dan variasi dari sifat/ciri; Evolusi biologi: unit/keseragaman dan diversitas. Dimana yang dimaksud organisme dapat uniseluler ataupun multiseluler, yaitu hewan tumbuhan, alga, fungi, bakteri dan mikroorganisme lainnya. Mikroorganisme yang menjadi kajian konten mikrobiologi meliputi pengetahuan tentang virus (*virology*), pengetahuan tentang bakteri (*bacteriology*), dan pengetahuan tentang jamur (*mycology*), juga termasuk protozoa dan alga.

Sebagai dasar pengembangan materi tentang mikrobiologi dipelajari pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA/MA). Materi mikrobiologi pada tingkat SMA meliputi protozoa, virus, fungi dan bakteri. Kajian bakteri pada tingkat SMA terdapat pada pembelajaran kelas X semester I (ganjil). Materi tersebut dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi (SK) yaitu, “Memahami hakikat biologi sebagai ilmu

⁸² *Op.cit.*h.167-168. Badan Standar Nasional Pendidikan

dan memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup” dengan lima kompetensi dasar (KD) yang dikembangkan.

H. Kerangka Pemikiran

Jamur telah menjadi salah satu kebutuhan dan bagian hidup manusia. Jamur dimanfaatkan dalam berbagai aspek antara lain pembuatan roti, tempe, tape, oncom, tauco, dan obat-obatan seperti penisillin. Jamur sebagian juga merupakan sumber pangan alternatif yang setara dengan daging dan ikan.⁸³ Jamur tiram putih (*P. ostreatus*) adalah salah satu dari sekian jenis jamur yang dapat dikonsumsi. Kebutuhan pasar jamur tiram pada tahun 2015 diperkirakan mencapai 17.500 ton, namun baru terpenuhi sejumlah 13.825 ton/tahun.⁸⁴

Jamur tiram yang produksinya makin meningkat ini menyebabkan banyaknya limbah dari budidaya jamur yaitu baglog. Baglog adalah media tanam yang dimasukkan dalam wadah (plastik) dan dibentuk menyerupai potongan kayu gelondongan. Baglog terdiri dari komposisi serbuk gergaji, dedak halus (bekatul), gypsum (CaSO_4), kapur (CaCO_3), dan air.⁸⁵

Serbuk kayu sebagai komponen utama media tanam jamur tiram sangat beragam jenisnya. Substrat yang umum digunakan dalam budidaya jamur tiram adalah serbuk

⁸³ Nunung Marlina Djarriyah dan Abbas siregar Djarijah. 2001. *Budidaya Jamur Tiram Pembibitan, Pemeliharaan, dan Pengendalian Hama Penyakit*. Yogyakarta: Kanisius. h.9

⁸⁴ Achmad. 2012. *Jamur (Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis)*. Depok: Penerbit Agriflo. h.28. Achmad

⁸⁵ Nur Lailatul Rahmah.et.al. 2015. *Pemanfaatan Limbah Baglog Jamur Tiram dan Kotoran Kambing sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos Berdasarkan Kajian Konsentrasi EM4 dan Jumlah Pembalikan*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian FTP UB. ISBN: 978-602-7998-92-6.September.h.156

gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) yang didapat dari sisa pengolahan kayu karet. Pohon karet dipilih sebagai media tanam jamur karena merupakan salah satu dari sebagian kecil tanaman tahunan yang sangat ramah lingkungan. Pohon karet dapat memperbaiki lingkungan dengan menggugurkan daun periodik ataupun kemampuan akarnya mampu menembus lapisan tanah yang tidak layak untuk tanaman lain.⁸⁶

Pohon karet memiliki areal pembudidayaan yang luas dan kualitas relatif baik, sehingga banyak industri yang memanfaatkan kayu ini. Industri kayu yang berkembang membuat limbah berupa serbuk kayu juga melimpah. Kayu karet merupakan jenis kayu yang relatif mudah untuk digergaji karena permukaannya yang halus sehingga baik untuk pertumbuhan jamur.

Limbah baglog yang belum tertangani dengan baik karena kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai manfaat limbah jamur tiram yang dapat digunakan sebagai pupuk kompos⁸⁷ dan pakan ternak⁸⁸. Limbah baglog juga dapat dimanfaatkan sebagai media budidaya cacing tanah (*Pheretima* sp) atau bedding. Usaha ini tidak lepas dari kegiatan pengomposan menggunakan cacing tanah yang menghasilkan casting (vermikompos). Baglog sebagai limbah media tanam jamur dapat diubah

⁸⁶ *Op.cit.* Tumpal H.S.Siregar dan Irwan Suhendri. 2013. *Budidaya dan Teknologi Karet*. Jakarta: Penebar Swadaya. h.13

⁸⁷ Ibid. Nur Lailatul Rahmah.*et.al*.h.157

⁸⁸ R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan. 2013. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Selulolitik yang diisolasi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus)*. *Jurnal Biologi Bidang Biokimia Mikroba*, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat.h.20

menjadi produk yang memiliki nilai tambah. Bahan bakar nabati (*biofuel*), bahan kimia organik dan sumber nutrisi berkualitas untuk pakan ternak ataupun sumber pangan dapat diperoleh dengan pemanfaatan mikroba selulolitik dari limbah baglog.⁸⁹

Mikroba selulolitik merupakan bakteri yang mampu mendegradasi selulosa. Mikroba selulolitik di alam banyak terdapat pada lahan pertanian, tanah gambut, saluran pencernaan ruminansia, sel tubuh maupun saluran pencernaan rayap, saluran pencernaan hewan invertebrata dan berbagai sumber bakteri lainnya.⁹⁰

Bakteri selulolitik diseleksi dengan menganalisis aktivitas enzim (*screening* enzimatis), misalnya enzim selulase. Enzim selulase berperan dalam proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa. Glukosa sebagai senyawa monosakarida dapat menjadi sumber karbon dan hidrogen yang berguna sebagai unsur hara pada tanaman.⁹¹ Isolasi dan seleksi enzimatis bakteri selulolitik dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) sangat penting dilakukan untuk mendapatkan starter inokulan yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal misalnya pupuk organik, pakan ternak dan bahan bakar nabati.

⁸⁹ Agustini, Luciasih.*et.al.* 2016. *Isolat dan Karakterisasi Enzimatis Mikroba Selulolitik di Tiga Tipe Ekosistem Taman Nasional. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 8.2: 197-210. h.198

⁹⁰ Slamet.*et.al.* 2016. *Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri Selulolitik Asal Cacing Tanah (Lumbricus rubellus) Terhadap Berbagai Substrat Lignoselulosa.* e- jurnal Peternakan Tropika vol.4.No.1. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar. h.68

⁹¹ R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan. 2013. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Selulolitik yang diisolasi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus).* *Jurnal Biologi Bidang Biokimia Mikroba*, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat.h.24

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Agustus 2017 di beberapa tempat, yaitu di Kecamatan Karanganyar Kabupaten Lampung Selatan, dan Laboratorium Biologi UIN Raden Intan Lampung. Sampel limbah media tanam jamur tiram putih akan diambil di Kecamatan Karanganyar. Sampel akan diolah di Laboratorium Biologi UIN Raden Intan Lampung untuk pengamatan seleksi dan seleksi bakteri selulolitik pada limbah media jamur tiram.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu blender, oven, timbangan analitik, pipet tetes, spuit (alat suntik), cawan petri, autoclave, kompor, dandang, labu erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikroskop, object glass, rak pewarnaan, pembakar spiritus, nampan, inkubator, spatula, dan kawat ose.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengamatan ini yaitu limbah baglog jamur tiram putih, *NA* (*Nutrient Agar*), alkohol 70%, CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)-agar media, *congo red* 0,5%, aquades, pewarna Gram (*Gentian violet*, *Lugol*, *Etil Alkohol* 96%, dan *Safranin*), oil imersi, spiritus, plastik sampel, dan kartu label. CMC agar

perlu ditambahkan dengan bahan lain seperti KH_2SO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, yeast ekstrak, dan agar bubuk.

C. Persiapan dan Pengambilan Sampel

Survei lokasi terlebih dahulu dilakukan pada usaha budidaya jamur tiram yang berada di Kecamatan Karanganyar Kabupaten Lampung Selatan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah dari media tanam (baglog) jamur tiram putih (*P. ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet.

Limbah baglog disortir terlebih dahulu dengan memisahkan baglog hasil gagal tumbuh dan baglog pasca panen. Sampel baglog akan diambil dari hasil pasca panen yang tidak dipergunakan kembali. Sampel baglog diambil dari berbagai usia pasca panen antara lain nol bulan, dua bulan, dan empat bulan. Usia limbah baglog yang berbeda mengindikasikan tinggi rendahnya kandungan selulosa dalam proses degradasi oleh bakteri.¹

Limbah baglog jamur tiram putih (*P. ostreatus*) kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari ataupun dapat dikeringkan menggunakan oven selama 3 hari pada suhu 75°C . Sampel yang telah kering kemudian dihaluskan atau digiling menggunakan blender hingga di peroleh serasah halus (serbuk).² Sampel serbuk dimasukkan pada plastik sampel dan diberi label.

¹Jumatritatikah Hadrawi. 2014. *Kandungan Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) dengan Masa Inkubasi yang Berbeda sebagai Bahan Pakan Ternak*. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanudding. Makassar.h.21-25

² Ibid.Jumatritatikah Hadrawi.18

D. Cara Kerja

1. Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini seperti tabung reaksi, cawan petri, labu Erlenmeyer, gelas beker, dan gelas ukur, disterilisasikan dalam oven selama ± 25 menit pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ setelah sebelumnya dicuci bersih, kemudian tiriskan dan bungkus dengan kertas.³ Sterilisasi untuk tabung reaksi sebelumnya perlu di tutup dengan kapas.

Bahan seperti media agar NA maupun CMC sebelumnya dihomogenkan dengan meanaskanya pada dandang. Dandang tersebut diisi dengan air secukupnya dan media dapat diletakkan di dalamnya. Media agar tersebut diaduk terus menerus hingga nampak bening dan masak. Bahan-bahan tersebut disterilisasi dalam autoclave bersama aquadest selama ± 30 menit.

2. Pengenceran dan Inokulasi Isolat Bakteri

Sampel serasah halus dari masing-masing sampel kemudian dilakukan isolasi dan seleksi bakteri dengan melakukan purifikasi (seri pengenceran). Isolasi dilakukan dengan mensuspensikan 1 gram sampel ke dalam 9 ml aquades steril lalu dikocok dan diperoleh pengenceran 10^{-1} . Pengenceran ini dibuat hingga seri ke- 10^{-5} , ini bertujuan untuk mengurangi padatan koloni bakteri uji.⁴

³ Agnes Sri Harti. 2015. *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta : CV.Andi Offset (Anggota IKAPI).h.123

⁴ Luciasih Agustini. *et.al*. 2016. *Isolat dan Karakterisasi Enzimatis Mikroba Lignoselulolitik di Tiga Tipe Ekosistem Taman Nasional*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 8.2: 197-210.h.199

Tabung reaksi pada pengenceran 10^{-3} 10^{-4} dan 10^{-5} diambil sebanyak 1 ml dan diinokulasi ke dalam tiga cawan petri berbeda yang berisi 9 ml media NA (*Nutrient Agar*),⁵ kemudian diinkubasikan selama 24-48 jam pada suhu 37°C.

Setiap konsentrasi pengenceran dilakukan tiga kali ulangan, sehingga dapat dikelompokkan menjadi data seperti berikut:

Tabel 3.1. Desain inokulasi sampel pada NA

No.	Usia Limbah Baglog (bulan)	Kode Inokulan	Pengulangan
			A ₁
			A ₂
			A ₃
			B ₁
			B ₂
			B ₃
			C ₁
			C ₂
			C ₃

Keterangan :

A = Sampel inokulan limbah baglog usia 0 bulan

B = Sampel inokulan limbah baglog usia 2 bulan

C = Sampel inokulan limbah baglog usia 3 bulan

Seri pengenceran ini juga digunakan untuk mengetahui kerapatan mikroba yang tumbuh pada cawan petri yang berisi media agar. Cawan yang digunakan untuk menghitung kerapatan koloni bakteri, hanya cawan petri yang ditumbuhi 30-300 koloni bakteri. Cawan dengan jumlah koloni bakteri kurang dari 30 ataupun yang melebihi 300 koloni akan diabaikan.⁶

⁵Loc.cit. Luciasih Agustini.

⁶ Luciasih Agustini.*et.al.* 2016. *Isolat dan Karakterisasi Enzimatis Mikroba Lignoselulolitik di Tiga Tipe Ekosistem Taman Nasional*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 8.2: 197-210.h.199

Koloni bakteri yang tumbuh kemudian diseleksi dan diisolasi ke media baru. Isolat tersebut ditumbuhkan pada media NA (Nutrient Agar) selama 2×24 jam pada suhu 37°C dengan metode goresan, untuk memperoleh koloni murni.⁷

3. Uji *Screening Enzimatis*

a. Persiapan media CMC-agar (*Carboxy Methyl Cellulose*)

Pembuatan media CMC agar dilakukan dengan cara mencampurkan *Carboxy Methyl Cellulose* 0,5 gram, K_2HPO_4 0,1 gram, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 gram ekstrak yeast 0,2 gram, dan agar-agar 1,5 gram. Bahan yang telah tercampur selanjutnya disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit.⁸

b. Uji Enzim Selulase

Isolat bakteri diinokulasikan pada media CMC-agar yang telah diperkaya dengan diinkubasi selama tiga hari pada suhu 37°C .⁹ Hari keempat isolat bakteri pada CMC dibanjiri dengan larutan *congo red* 0,1% dan inkubasi kembali selama 5 hari. Terbentuknya zona transparan (bening) mengindikasikan adanya aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri.

⁷Isdaryanti. *et.al.* 2015. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Lignoselulosa Asal Rumen Sapi*. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin.h.2

⁸Fatichah, Nur Fianty Yuni. 2011. *Potensi bakteri endofit sebagai penghasil enzim kitinase, protease dan selulase secara in vitro*. Diss. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.h.45

⁹ Fajar Harisma. 2010. *Skrining Jamur Lignoselulolitik Asal Hutan Tropika Indonesia*. Skripsi. Bogor: Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan IPB.h.20

Zona transparan (bening) inilah yang menjadi indikator bahwa isolat bakteri yang diinokulasikan mampu menggunakan selulosa sebagai sumber karbon. Zona transparan (cleared zone) ini terbentuk akibat hidrolisis selulosa menjadi glukosa dalam media padat CMC.¹⁰

4. Pewarnaan *Gram*

Kaca objek ditetesi dengan akuades kemudian ditambahkan satu ose biakan sampel. Biakan tersebut diratakan hingga membentuk tekstur yang tipis dan merata, setelah itu dapat dilakukan fiksasi diatas api. Objek yang telah siap ditetesi dengan pewarna kristal violet biarkan selama 3 menit, kemudian bilas menggunakan air mengalir.¹¹

Pewarnaan kedua yakni meneteskan larutan lugol pada objek diamkan selama 3 menit, dan bilas menggunakan air mengalir. Alkohol 96% diberikan sebagai tahapan ketiga pewarnaan guna melunturkan warna sebelumnya, lalu bilas dengan air mengalir. Larutan terakhir yakni dengan meneteskan safrarin pada objek dan diamkan kembali selama 3 menit kemudian bilas kembali pada air mengalir.¹²

Objek pengamatan diletakkan pada wadah dengan dialasi *tissue* guna menyerap sisa air agar mudah mengering. Pengamatan dilakukan dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x dan sebelumnya objek ditetesi minyak emersi. Hasil pewarnaan apabila menunjukkan sel bakteri berwarna merah maka itu yang disebut dengan *Gram*

¹⁰ Luciasih Agustini, *et.al.* 2016. *Isolat dan Karakterisasi Enzimatis Mikroba Lignoselulolitik di Tiga Tipe Ekosistem Taman Nasional*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam.h.200

¹¹ Lenni Fitri. 2011. *Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi Edukasi Vol.3.No.2.20-25. Banda Aceh.h.21

¹² Ibid. Lenni Fitri

negatif. Sedangkan, bakteri dengan hasil pewarnaan adalah ungu disebut *Gram* positif.¹³

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu observasi dan dokumentasi. Data yang diambil dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menghitung kelimpahan koloni yang tumbuh, serta karakterisasi koloni bakteri dengan *screening* enzimatis. Pengumpulan data pada percobaan ini dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 3.3 Kelimpahan bakteri pada NA

No.	Sampel		Kelimpahan Bakteri					Rata-rata
	Usia Limbah	Pengulangan	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	
		A ₁						
		A ₂						
		A ₃						
		B ₁						
		B ₂						
		B ₃						
		C ₁						
		C ₂						
		C ₃						

Keterangan:

A = Sampel Limbah Baglog 0 Bulan

B = Sampel Limbah Baglog 2 Bulan

C = Sampel Limbah Baglog 4 Bulan

Tabel di atas berisi data kelimpahan yang dilakukan pada masing-masing sampel limbah baglog. Kelimpahan tersebut merupakan hasil inokulasi sampel dari seri pengenceran yang dilakukan pada media NA. Hasil dari data tersebut kemudian

¹³ Ibid. Lenni Fitri

menjadi dasar pengambilan dan pemilihan terhadap isolat dengan karakteristik berbeda. Data tersebut tersaji dalam tabel seperti berikut:

Tabel 3.4 Hasil pengamatan makrokopis bakteri limbah baglog

No.	Sampel	Seri Pengenceran	Isolat Terpilih	Kode Isolat	Kelimpahan Isolat	Hasil Pengamatan Morfologi			
						Warna	Bentuk	Tepi	Tekstur
		10 ⁻³							
		10 ⁻⁴							
		10 ⁻⁵							
		10 ⁻³							
		10 ⁻⁴							
		10 ⁻⁵							
		10 ⁻³							
		10 ⁻⁴							
		10 ⁻⁵							

Hasil pengamatan pada data tersebut berdasarkan struktur makrokopis setiap koloni yang tumbuh pada media *NA*. Struktur makrokopis yang diamati meliputi warna, bentuk, tepi, dan tekstur dari koloni bakteri.¹⁴ Isolat bakteri yang terpilih nantinya dilakukan uji selanjutnya yakni *screening* dan pewarnaan *Gram*. Data tersebut terakumulasi pada tabel berikut:

Tabel 3.4 Hasil pengamatan isolat bakteri positif selulolitik

No.	Pengamatan Makrokopis (warna, bentuk, tepi, tekstur)	Pengamatan Mikrokopis				Jumlah
		Gram		Bentuk		
		(+)	(-)	<i>Coccus</i>	<i>Basil</i>	
1						
2						
3						
4						
5						
Jumlah						

Keterangan: Beri tanda (√) untuk hasil yang diperoleh

¹⁴ Sri Harti, Agnes. 2015. *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset (Anggota IKAPI).h.127

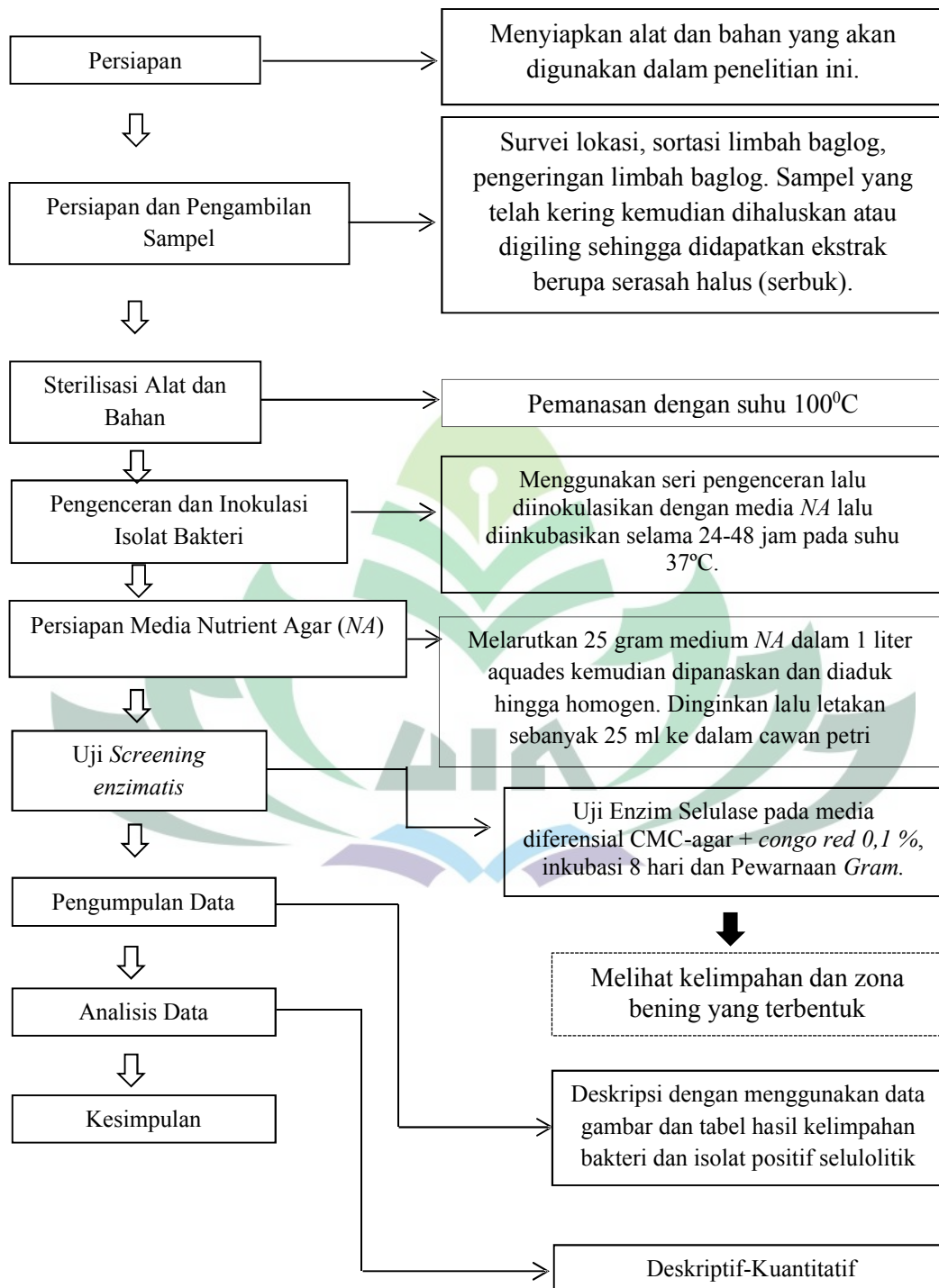
F. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan secara deskriptif tingkat kelimpahan bakteri yang diperoleh dari sampel limbah baglog pada media *NA*. Kelimpahan tersebut dibedakan berdasarkan usia limbah baglog yang nantinya hasil tersebut dipaparkan dengan hasil *screening*. Data morfologi koloni nantinya ditampilkan dalam bentuk gambar dan tabel.¹⁵

Hasil *screening* dilakukan pada media CMC guna melihat kemampuan isolat bakteri terpilih mendegradasi selulosa. Data yang diperoleh dideskripsikan sesuai dengan kemampuan setiap isolat positif bersifat selulolitik. Sehingga, dapat diperoleh analisis bahwa limbah baglog pada penelitian ini memberi peluang terhadap kelimpahan bakteri selulolitik.

¹⁵ Lenni Fitri. 2011. *Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi Edukasi Vol.3.No.2.20-25. Banda Aceh.h.21

G. Alur Kerja Penelitian







BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi dan Perhitungan Bakteri

Hasil rata-rata kelimpahan bakteri dari limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) pada media *Nutrient Agar* (NA) ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

No.	Sampel		Kelimpahan Bakteri					Rata-rata
	Usia Limbah	Pengulangan	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	
		A ₁	TMC	TMC	96	TMC	21	
		A ₂	TMC	TMC	92	75	28	
		A ₃	TMC	TMC	54	41	19	
		B ₁	-	-	71	51	21	
		B ₂	-	-	72	53	38	
		B ₃	-	-	48	162	42	
		C ₁	-	-	23	62	32	
		C ₂	-	-	TMC	TMC	177	
		C ₃	-	-	94	69	41	

Keterangan:

TMC = *To Much for Count*

A = Sampel Limbah Baglog 0 Bulan

B = Sampel Limbah Baglog 2 Bulan

C = Sampel Limbah Baglog 4 Bulan

Kelimpahan bakteri pada masing-masing sampel diberikan kode berbeda agar memudahkan dalam pembacaan. Sampel A merupakan limbah usia 0 bulan dengan

rata-rata kelimpahan bakteri mencapai 53, 83. Sampel B adalah limbah usia 2 bulan dengan kelimpahan 61, 96. Sedangkan, angka rata-rata tertinggi ditunjukkan oleh sampel C yakni mencapai 94, 6.

Kandungan selulosa mempunyai kecenderungan semakin lama masa inkubasi maka semakin banyak terdegradasi. Selulosa yang terdegradasi selanjutnya berguna untuk pertumbuhan jamur tiram putih. Data pada sebuah penelitian menyatakan degradasi selulosa mencapai puncaknya saat jamur tiram putih membentuk tubuh buah.¹ Kelimpahan mikroba pada usia limbah 4 bulan yang tinggi membuktikan hal tersebut.

Sampel limbah baglog usia 4 bulan merupakan media tanam jamur tiram yang memasuki fase produktivitas akhir. Baglog tersebut dikatakan sebagai baglog tua dengan karakteristik bobot yang semakin ringan. Bobot baglog yang ringan ini disebabkan sustrat berupa serbuk gergaji kayu banyak digunakan bagi pertumbuhan miselium.

Masa baglog produktif yakni 2 bulan ditandai dengan penebalan pada miselium belum merata. Baglog usia 2 bulan memiliki bobot yang cukup berat dibanding sampel 4 bulan. Kelimpahan mikroorganisme seperti bakteri pada sampel 2 bulan terbilang

¹Jumatriatikah Hadrawi. 2014. *Kandungan Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) dengan Masa Inkubasi yang Berbeda sebagai Bahan Pakan Ternak*. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makassar.h.6

cukup besar dibanding baglog 0 bulan. Sampel baglog usia 0 bulan menunjukkan kelimpahan bakteri terendah setelah inokulasi pada media NA padat.

Kelimpahan bakteri berhubungan dengan kualitas lingkungan yang terdiri atas faktor fisika dan kimia. Faktor fisika yang dapat mempengaruhi kelimpahan bakteri misalnya suhu dan pH, sedangkan jumlah unsur seperti nitrogen (N) dan karbon (C) merupakan faktor kimia.² Bakteri sangat beragam baik dalam persyaratan nutrisi maupun faktor fisiknya. Kelompok bakteri tertentu membutuhkan persyaratan yang sederhana, dan sebagian lainnya memiliki kebutuhan lebih kompleks dan sulit untuk proses pertumbuhannya.³

Kelompok bakteri yang hidup pada pH optimal diklasifikasikan menjadi tiga yakni *asidofilik*, *neutrofilik* dan *alkalofilik*. *Asidofilik* merupakan bakteri yang mampu hidup pada pH asam yaitu berkisar 1-6. *Neutrofilik* didominasi oleh bakteri yang mampu hidup pada kondisi netral yakni pH 7. Sedangkan, *alkalofilik* adalah kelompok bakteri dengan kemampuan beradaptasi pada kondisi pH basa atau berkisar 8-14. Bakteri tidak hanya diklasifikasikan atas dasar pH optimum, namun adapula yang membaginya berdasarkan suhu optimum.⁴

² Didya Sinatryani. 2014. *Kelimpahan Bakteri Selulolitik di Muara Sungai Gunung Anyar Surabaya dan Bancaran Bangkalan*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.h.24

³ J. Pelczar, Michael.*et.al.* 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).h.132

⁴ R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan. 2013. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Lignoselulolitik yang diisolasi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus)*. Jurnal Biologi Bidang Biokimia Mikroba, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat.h. 25

Suhu optimum pada kelompok bakteri dibedakan menjadi tiga jenis yakni *psikrofilik*, *mesofilik*, dan *termofilik*. Bakteri yang hidup pada kondisi rendah yakni berkisar 0-20°C disebut *psikrofilik*. Mesofilik adalah kelompok bakteri yang tumbuh optimum pada suhu sedang antara 30-40°C. Sedangkan, bakteri yang tumbuh optimum pada suhu tinggi disebut termofilik yakni berkisar di atas 50°C.⁵ Maka, karena berbagai alasan tersebut kondisi fisik dan kimia harus disesuaikan sehingga memudahkan dalam menelaah kelompok bakteri.

Inokulum yang tumbuh dapat diindikasikan bahwa sampel berupa limbah baglog jamur tiram putih menawarkan peluang untuk memperoleh isolat bakteri selulolitik. Nitrogen dan karbon berdasarkan keterangan sebuah penelitian memiliki kandungan cukup tinggi pada sampel limbah baglog. Komponen nitrogen dan karbon tersebut dihasilkan oleh hidolisis kelompok bakteri yang terindikasi selulolitik.⁶ Oleh karena itu, berdasarkan keterangan yang dipaparkan indikasi isolat pada penelitian kali ini nantinya akan dikonfirmasi dengan data hasil *screening*.

Sampel limbah baglog juga menyajikan data bahwa terdapat perbedaan pada koloni yang tumbuh mendominasi media. Perbedaan tersebut menjadi indikasi dilakukannya pemurnian. Pemurnian pada isolat bakteri ini merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk proses isolasi. Isolasi dilakukan untuk memisahkan mikroorganisme seperti bakteri agar diperoleh biakan murni secara *in vitro* dalam

⁵ *Ibid.* R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan.h.25

⁶ *Ibid.* R Haryo Bimo Setiarto dan Iwan Saskiawan.h.20

media kultur.⁷ Warna, bentuk, tepi dan tekstur merupakan dasar yang digunakan untuk membedakan koloni bakteri. Data perbedaan tersebut disajikan pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Morfologi Isolat Terpilih pada Sampel A

No.	Sampel	Seri Pengenceran	Isolat Terpilih	Kode Isolat	Kelimpahan Isolat	Hasil Pengamatan Morfologi			
						Warna	Bentuk	Tepi	Tekstur
1	A ₁			AA ₁ ⁻³	2	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BA ₁ ⁻³	94	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CA ₁ ⁻³	1	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				AA ₁ ⁻⁴	7	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BA ₁ ⁻⁴	68	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CA ₁ ⁻⁴	1	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				AA ₁ ⁻⁵	1	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BA ₁ ⁻⁵	8	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CA ₁ ⁻⁵	12	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
2	A ₂	10 ⁻³	3	AA ₂ ⁻³	12	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BA ₂ ⁻³	8	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CA ₂ ⁻³	72	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				AA ₂ ⁻⁴	14	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BA ₂ ⁻⁴	17	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CA ₂ ⁻⁴	27	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				AA ₂ ⁻⁵	16	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BA ₂ ⁻⁵	1	Kuning	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CA ₂ ⁻⁵	11	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
3	A ₃	10 ⁻³	3	AA ₃ ⁻³	1	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				BA ₃ ⁻³	6	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CA ₃ ⁻³	47	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				AA ₃ ⁻⁴	3	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BA ₃ ⁻⁴	37	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				CA ₃ ⁻⁴	1	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				AA ₃ ⁻⁵	2	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BA ₃ ⁻⁵	3	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				CA ₃ ⁻⁵	16	Kuning	Bulat	Rata	Licin

Keterangan: *Irregular* : Tidak Beraturan; *Undulate* : Berombak;

A₁ : Sampel limbah baglog usia 0 bulan pertama

A₂ : Sampel limbah baglog usia 0 bulan ke-dua

A₃ : Sampel limbah baglog usia 0 bulan ke-tiga

*Abjad A, B dan C digunakan untuk memberi kode pada isolat yang tumbuh berbeda disetiap sampel limbah baglog.

⁷ Agnes Sri Harti. 2015. *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset (Anggota IKAPI).h.124

Pengamatan morfologi pada sampel A menyajikan data yang bervariasi. Rata-rata terdapat 3 isolat yang dapat diisolasi karena menunjukkan visual berbeda. Isolasi pada masing-masing koloni diperoleh dari seri pengenceran berbeda yang ditumbuhkan pada media NA. Seri pengenceran yang diinokulasikan pada NA yakni 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Seri pengenceran ini digunakan dengan tujuan agar jumlah mikroba dalam hal ini bakteri tingkat kelimpahannya dikurangi atau diperkecil.⁸

Sampel A₁ pada data tabel di atas menunjukkan bahwa kelimpahan bakteri didominasi oleh isolat berwarna putih, berbentuk *undulate*, tepi *irregular*, serta tekstur yang licin. Kelimpahan isolat ini terhitung mencapai 170 koloni disetiap seri pengenceran yang diinokulasikan pada media NA. Sampel ini juga menyajikan data bahwa kelimpahan isolat berwarna putih yang berbeda juga tumbuh. Kelimpahannya mencapai 12 koloni yang hanya tersebar pada seri pengenceran 10^{-5} di sampel A₁ dengan pola tepi dan bentuk *irregular*.

Kelimpahan bakteri pada sampel A₁ tidak hanya didominasi oleh isolat berwarna putih saja. Isolat berwarna kuning juga terdapat disetiap seri pengenceran yang ditumbuhkan pada media NA. Namun, kelimpahannya ini tidak begitu besar di banding isolat berwarna putih *undulate*. Isolat kuning yang tumbuh pada media berjumlah 10 koloni pada tiap seri sampel. Berdasarkan penjelasan diatas, kelimpahan bakteri pada sampel A₁ secara singkat dapat dilihat pada data berikut:

⁸ Vita Ratri Cahyani. 2014. *Petunjuk Praktikum M.K. Mikrobiologi Pertanian Program Studi Argoteknologi*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.h.11

Tabel 4.3 Kelimpahan Bakteri pada Sampel A₁

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, <i>Irreguler</i> , <i>Irreguler</i> , Halus	12
	Kuning, Bulat, Rata, Licin	10
	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	170

Kelimpahan bakteri pada sampel A₂ berasal dari inokulasi seri pengenceran limbah baglog usia 0 bulan. Koloni bakteri yang tumbuh didominasi oleh isolat berwarna putih berbentuk *irregular* dengan tekstur licin. Isolat ini kelimpahannya mencapai 110 koloni yang tersebar disetiap seri sampel. Sedangkan, isolat yang juga berwarna putih namun berbentuk *undulate* hanya memiliki kelimpahan 25 koloni saja. Data tersebut terakumulasi pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Kelimpahan Bakteri pada Sampel A₂

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, <i>Irreguler</i> , <i>Irreguler</i> , Halus	110
	Kuning, Bulat, Rata, Licin	42
	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	25
	Kuning, <i>Irreguler</i>	1

Tabel 4.4 tersebut juga menampilkan data bahwa isolat dengan karakteristik kuning bulat berjumlah 42 koloni. Isolat ini berada pada tiap seri sampel yang diinokulasikan pada NA. Kelimpahan isolat kuning namun dengan bentuk *irregular* nampak hanya berjumlah satu koloni saja.

Kelimpahan pada sampel A₃ nampak terdiri atas 3 isolat yang mewakili keseluruhan koloni mendominasi media. Koloni tersebut memiliki kelimpahan

beragam serta berada di setiap seri pengenceran sampel. Hal ini disajikan pada data Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kelimpahan Bakteri pada Sampel A₃

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, Irreguler, Irreguler, Halus	41
	Kuning, Bulat, Rata, Licin	64
	Putih, <i>Undulate</i> , Irreguler, Licin	11

Data tersebut menunjukkan bahwa isolat kuning berbentuk bulat memiliki kelimpahan tertinggi yakni 64 koloni. Isolat berwarna putih dengan bentuk *undulate* memiliki 41 koloni, sedangkan yang berbentuk *irregular* hanya 11 koloni. Hasil dari masing-masing kelimpahan bakteri sampel A yang disajikan pada tiap tabel menunjukkan isolat dominan adalah berwarna putih berbentuk *undulate*. Isolat ini hampir ada pada semua sampel A yang diinokulasikan. Tabel 4.6 di bawah ini menyajikan data kelimpahan bakteri pada seluruh sampel A

Tabel 4.6 Keseluruhan Kelimpahan Bakteri pada Sampel A

No.	Hasil Pengamatan Morfologi	Kode Isolat	Jumlah
1	Kuning, Bulat, Rata, Licin	AA ₁ ⁻³ ; AA ₁ ⁻⁴ ; AA ₁ ⁻⁵ ; AA ₂ ⁻³ ; AA ₂ ⁻⁴ ; CA ₃ ⁻³ ; CA ₃ ⁻⁴ ; CA ₃ ⁻⁵	98
2	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	BA ₁ ⁻³ ; BA ₁ ⁻⁴ ; BA ₁ ⁻⁵ ; BA ₂ ⁻³ ; BA ₂ ⁻⁴ ; BA ₃ ⁻³ ; AA ₃ ⁻⁴ ; AA ₃ ⁻⁵	206
3	Putih, <i>Irreguler</i> , <i>Irreguler</i> , Halus	CA ₁ ⁻⁵ ; CA ₂ ⁻³ ; CA ₂ ⁻⁴ ; CA ₂ ⁻⁵ ; AA ₂ ⁻³ ; BA ₃ ⁻³ ; BA ₃ ⁻⁵	163
4	Kuning, <i>Irreguler</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	BA ₂ ⁻⁵	1

Sampel B merupakan limbah yang diperoleh pada usia produktif yakni 2 bulan. Kelimpahan bakteri yang disajikan pada data dibawah ini nampak memiliki keberagaman. Data keberagaman tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Morfologi Isolat Terpilih pada Sampel B

No.	Sampel	Seri Pengenceran	Isolat Terpilih	Kode Isolat	Kelimpahan Isolat	Hasil Pengamatan Morfologi			
						Warna	Bentuk	Tepi	Tekstur
				AB ₁ ⁻³	6	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BB ₁ ⁻³	6	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus
				CB ₁ ⁻³	65	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				AB ₁ ⁻⁴	4	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BB ₁ ⁻⁴	47	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				AB ₁ ⁻⁵	6	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BB ₁ ⁻⁵	15	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				AB ₂ ⁻³	71	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BB ₂ ⁻³	1	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				AB ₂ ⁻⁴	11	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BB ₂ ⁻⁴	4	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				CB ₂ ⁻⁴	38	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				AB ₂ ⁻⁵	5	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
3	B ₃	10 ⁻³	1	AB ₃ ⁻³	48	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				AB ₃ ⁻⁴	4	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BB ₃ ⁻⁴	7	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CB ₃ ⁻⁴	151	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				AB ₃ ⁻⁵	18	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BB ₃ ⁻⁵	24	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin

Keterangan:

Irregular : Tidak Beraturan;

Undulate : Berombak;

B₁ : Sampel limbah baglog usia 2 bulan pertama

B₂ : Sampel limbah baglog usia 2 bulan ke-dua

B₃ : Sampel limbah baglog usia 2 bulan ke-tiga

*Abjad A, B dan C digunakan untuk memberi kode pada isolat yang tumbuh berbeda disetiap sampel limbah baglog.

Isolat yang tumbuh dari hasil inokulasi sampel limbah baglog 2 bulan ini menunjukkan data visual berbeda-beda. Sampel B₁ merupakan sampel pertama yang menyajikan data bahwa isolat putih berbentuk *undulate* memiliki kelimpahan tertinggi yakni 75 koloni. Koloni ini tersebar pada setiap seri pengenceran yang diinokulasikan ke media NA.

Hasil kelimpahan terendah ditunjukkan oleh isolat berwarna putih namun dengan bentuk *irregular* bertekstur halus. Kelimpahan isolat ini hanya terdiri dari 6 koloni yang ada pada seri pengenceran 10⁻³. Sedangkan, isolat berwarna kuning juga tumbuh mendominasi sebagian media dengan kelimpahan mencapai 68 koloni. Koloni tersebut memiliki tekstur licin, berbentuk bulat serta tepi yang rata. Data di atas diakumulasi pada tabel berikut ini:

Tabel 4.8 Kelimpahan Bakteri pada Sampel B₁

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, <i>Irreguler, Irreguler</i> , Halus	6
	Kuning, Bulat, Rata, Licin	68
	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	75

Hasil kelimpahan bakteri pada sampel B₂ menunjukkan isolat putih berbentuk *undulate* juga mendominasi media. Isolat ini memiliki kelimpahan tertinggi yakni mencapai 114 koloni. Tekstur pada isolat ini nampak licin serta tersebar di setiap seri pengenceran sampel yang diinokulasi. Nilai kelimpahan terendah ditunjukkan oleh isolat putih namun dengan bentuk *irregular* yakni hanya 11 koloni.

Seri pengenceran sampel yang dinokulasi pada NA tidak hanya ditumbuhi oleh isolat berwarna putih. Koloni bakteri yang tumbuh dan mendominasi media lainnya adalah isolat berwarna kuning dengan bentuk bulat. Kelimpahan isolat ini mencapai 38 koloni. Hasil kelimpahan bakteri pada sampel B₂ ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.9 Kelimpahan Bakteri pada Sampel B₂

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, <i>Irreguler</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	11
	Kuning, Bulat, Rata, Licin	38
	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	114

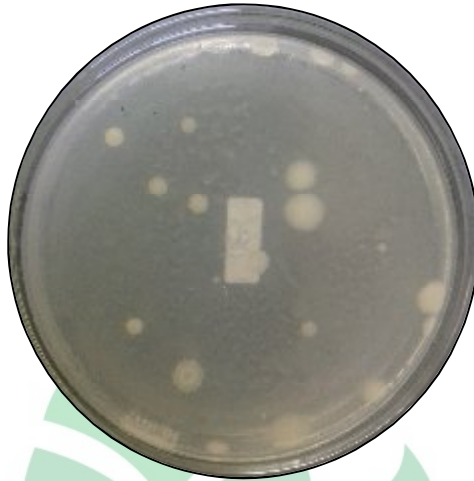
Kelimpahan yang ditunjukkan B₃ tidak jauh berbeda dengan sampel B lainnya. Namun, hasil tertinggi kelimpahan didominasi oleh isolat putih berbentuk *irregular* yakni berjumlah 151 koloni. Kelimpahan isolat ini hanya ada pada seri pengenceran sampel limbah baglog 10⁻⁴ yang diinokulasi. Seri pengenceran sampel ini juga ditumbuhi dua isolat lain yakni kuning bulat dan putih *irregular* yang bertekstur licin. Hasil kelimpahan bakteri pada sampel B₃ dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10 Kelimpahan Bakteri pada Sampel B₃

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, <i>Irreguler</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	151
	Kuning, Bulat, Rata, Licin	22
	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	79

Isolat berwarna kuning bulat memiliki kelimpahan mencapai 22 koloni tersebar pada seri pengenceran sampel limbah baglog 10⁻⁴ dan 10⁻⁵ yang diinokulasi. Sedangkan, isolat putih berbentuk *undulate* memiliki kelimpahan 79 koloni. Isolat putih *undulate*

terbanyak berada pada seri pengenceran sampel 10^{-3} . Seri pengenceran sampel 10^{-3} yang diinokulasikan pada media NA hanya didominasi oleh satu koloni saja. Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Koloni bakteri mendominasi seri pengenceran sampel 10^{-3}

Hasil dari masing-masing kelimpahan bakteri sampel B yang disajikan pada tiap tabel menunjukkan isolat dominan adalah berwarna putih berbentuk *undulate*. Isolat ini hampir ada pada semua sampel B yang diinokulasikan. Tabel 4.10 di bawah ini menyajikan data kelimpahan bakteri pada seluruh sampel B.

Tabel 4.11 Keseluruhan Kelimpahan Bakteri pada Sampel B

No.	Hasil Pengamatan Morfologi	Kode Isolat	Jumlah
1	Kuning, Bulat, Rata, Licin	AB_1^{-3} ; BB_1^{-4} ; BB_1^{-5} ; BB_2^{-3} ; BB_2^{-4} ; BB_2^{-5} ; BB_3^{-4} ; CB_3^{-5}	128
2	Putih, <i>Undulate</i> , Irreguler, Licin	CB_1^{-3} ; AB_1^{-4} ; AB_1^{-5} ; AB_2^{-3} ; CB_2^{-4} ; AB_2^{-5} ; AB_3^{-3} ; AB_3^{-4}	268
3	Putih, <i>Irreguler</i> , Irreguler, Halus	BB_1^{-3} dan CB_3^{-4}	6
4	Putih, <i>Irreguler</i> , Irreguler, Licin	AB_2^{-4}	162

Kelimpahan koloni bakteri yang bervariasi juga ditunjukkan oleh sampel C. Sampel C merupakan sampel limbah baglog yang memasuki masa akhir produksi jamur. Bobot baglog menjadi jauh lebih ringan dan memiliki warna yang nampak coklat kehitaman. Sampel limbah baglog C memiliki tingkat kelimpahan yang tinggi dibanding sampel A maupun B. Kelimpahan bakteri secara keseluruhan pada sampel C disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Hasil Pengamatan Morfologi Isolat Terpilih pada Sampel C

No.	Sampel	Seri Pengenceran	Isolat Terpilih	Kode Isolat	Kelimpahan Isolat	Hasil Pengamatan Morfologi			
						Warna	Bentuk	Tepi	Tekstur
				AC ₁ ⁻⁴	5	Kuning	Bulat	Rata	Licin
				BC ₁ ⁻⁴	1	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				CC ₁ ⁻⁴	56	Putih	Bulat	Rata	Licin
				AC ₂ ⁻⁵	8	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BC ₂ ⁻⁵	24	Putih	Bulat	Rata	Licin
				AC ₂ ⁻⁴	TMC	Kuning	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BC ₂ ⁻⁴	26	Putih	Bulat	Rata	Licin
				AC ₂ ⁻⁵	77	Kuning	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BC ₂ ⁻⁵	40	Putih	Bulat	Rata	Licin
				AC ₃ ⁻³	12	Kuning	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BC ₃ ⁻³	82	Putih	Bulat	<i>Irregular</i>	Halus
				AC ₃ ⁻⁴	3	Kuning	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				BC ₃ ⁻⁴	38	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin
				AC ₃ ⁻⁵	63	Putih	Bulat	Rata	Licin
				BC ₃ ⁻⁵	6	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin

Keterangan:

Irregular : Tidak Beraturan;

Undulate : Berombak;

C₁ : Sampel limbah baglog usia 4 bulan pertama

C₂ : Sampel limbah baglog usia 4 bulan ke-dua

C₃ : Sampel limbah baglog usia 4 bulan ke-tiga

*Abjad A dan B digunakan untuk memberi kode pada isolat yang tumbuh berbeda disetiap sampel limbah baglog.

*Seri 10⁻³ pada sampel C₁ dan C₂ tidak ditumbuhkan pada media baru.

Hasil pengamatan terhadap morfologi koloni bakteri pada masing-masing sampel C disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.13 Kelimpahan Total pada Sampel C₁

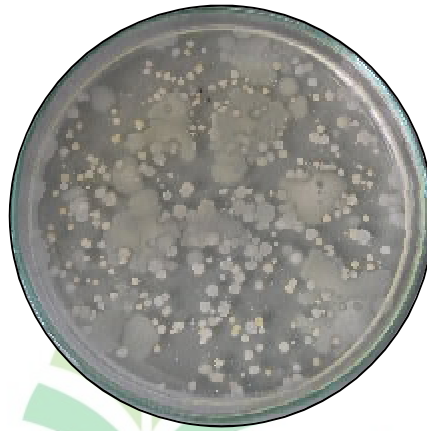
Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, Bulat, Rata, Licin	80
	Kuning, Bulat, Rata, Licin	5
	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	9

Kelimpahan bakteri pada sampel C₁ di atas menunjukkan bahwa isolat dengan morfologi putih, bulat, rata, licin merupakan isolat dominan yang tumbuh pada permukaan media. Isolat putih, bulat, rata, licin hanya dapat tumbuh pada inokulasi sampel limbah baglog usia 4 bulan. Hasil kelimpahan isolat ini terbilang cukup melimpah pada sampel ini yakni mencapai 209 koloni pada seluruh hasil inokulasi.

Hasil total kelimpahan isolat terendah ditunjukkan oleh isolat putih, *undulate*, *irreguler*, licin serta kuning, bulat, rata, licin. Sampel limbah baglog pada usia berbeda memperlihatkan bahwa kelimpahan isolat ini cukup dominan dibanding putih, bulat, rata, licin. Namun, kelimpahan pada sampel inokulasi limbah baglog usia 4 bulan menunjukkan isolat ini tumbuh sangat sedikit. Isolat putih, *undulate*, *irreguler*, licin terhitung hanya 9 koloni yang tumbuh pada sampel C₁, sedangkan isolat kuning, bulat, rata, licin berjumlah 5 koloni.

Data penelitian terhadap sampel C₂ menunjukkan hasil bahwa kelimpahan isolat bakteri hanya didominasi oleh dua koloni. Koloni dominan mendominasi sampel ini yakni kuning, *irreguler*, *irreguler*, licin serta putih, bulat, rata, licin. Isolat dengan

kelimpahan terbesar ditunjukkan oleh kuning, *irreguler, irreguler*, licin. Kelimpahan isolat ini terbilang banyak dengan adanya hasil inokulasi yang sifatnya TMC (*To much To Count*) atau sulit dihitung. Hal ini disajikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.2 Koloni bakteri yang mendominasi seri pengenceran sampel 10^{-5}

Kelimpahan isolat kuning, *irreguler, irreguler*, licin hanya ditunjukkan oleh sampel A dan C. Namun, pada sampel C nilai kelimpahannya menunjukkan nilai yang tinggi. Hasil kelimpahan tersebut dapat dilihat pada data tabel sebagai berikut:

Tabel 4.14 Kelimpahan Total pada Sampel C₂

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, Bulat, Rata, Licin	66
	Kuning, <i>Irreguler, Irreguler</i> , Licin	TMC

Data pada tabel di atas memperlihatkan terdapat 66 koloni bakteri memiliki morfologi putih, bulat, rata, licin. Kelimpahan koloni tersebut berasal dari seri pengenceran berbeda pada sampel C₂. Nilai TMC pada salah satu sampel C₂ yang tertera pada data di atas tetap dapat dilakukan isolasi, hanya saja jumlah kelimpahan tidak

dapat dipastikan. Pemurnian yang dilakukan tersebut dapat dilakukan sebab koloni bakteri masih dapat dibedakan secara makroskopis.

Data kelimpahan berdasarkan morfologi koloni bakteri sampel C selanjutnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.15 Kelimpahan Total pada Sampel C₃

Sampel	Kelimpahan Berdasarkan Morfologi	Jumlah
	Putih, Bulat, Rata, Licin	63
	Kuning, <i>Irreguler, Irreguler</i> , Licin	15
	Putih, <i>Undulate Irreguler</i> , Licin	44
	Putih, Bulat, <i>Irreguler</i> , Halus	82

Sampel C₃ menunjukkan kelimpahan isolat yang tumbuh mendominasi media inokulasi terdapat empat koloni dengan morfologi berbeda. Kelimpahan pada sampel ini didominasi oleh isolat putih, bulat, *irreguler*, halus yang berjumlah 82 koloni. Koloni bakteri ini tumbuh hanya pada sampel limbah baglog usia 4 bulan pada salah satu seri pengenceran yang diinokulasi. Sedangkan, nilai kelimpahan terendah ditunjukkan oleh isolat kuning, *irreguler, irreguler*, licin yang berjumlah 15 koloni. Data akumulasi kelimpahan bakteri yang dapat diamati secara makroskopis dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.16 Kelimpahan Total pada Sampel C

No.	Hasil Pengamatan Morfologi	Kode Isolat	Jumlah
1	Kuning, Bulat, Rata, Licin	AC ₁ ⁻⁴	5
2	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irreguler</i> , Licin	BC ₁ ⁻⁴ ; AC ₁ ⁻⁵ ; BC ₃ ⁻⁴ ; BC ₃ ⁻⁵	53
3	Putih, Bulat, Rata, Licin	CC ₃ ⁻⁵ ; AC ₁ ⁻⁵ ; BC ₂ ⁻⁴ ; BC ₂ ⁻⁵ ; AC ₃ ⁻⁵	209
4	Putih, Bulat, <i>Irreguler</i> , Halus	BC ₃ ⁻³	82
5	Kuning, <i>Irreguler, Irreguler</i> , Licin	AC ₂ ⁻⁴ ; AC ₂ ⁻⁵ ; AC ₃ ⁻³ ; AC ₃ ⁻⁴	TMC

Keterangan: *Isolat kuning, irreguler, irreguler, licin memiliki kelimpahan yang sulit dihitung namun koloni dapat dibedakan.*

Kelimpahan total yang ditunjukkan oleh sampel C di atas nampak terdapat 5 jenis isolat mendominasi media. Isolat yang tumbuh pada sampel C memiliki pola pertumbuhan bervariasi dibanding lainnya. Namun, sampel C hanya memiliki masing-masing 2 isolat terpilih yang mewakili seluruh kelimpahan koloni bakteri. Jumlah isolat bakteri terpilih dari masing-masing seri sampel C hanya mencapai 15 koloni.

Data yang ditunjukkan pada sampel C nilai kelimpahan tertinggi ditunjukkan oleh isolat kuning, *irreguler*, *irreguler*, licin, hanya nilai pasti tidak dapat ditentukan. Nilai kelimpahan tertinggi sampel ini juga ditunjukkan oleh isolat putih, bulat, rata, licin yakni mencapai 209 koloni. Sedangkan, nilai kelimpahan terendah ditunjukkan oleh isolat kuning, bulat, rata, licin yang berjumlah 5 koloni.

Nilai kelimpahan pada setiap sampel limbah baglog setelah diinokulasikan pada media NA menunjukkan kenaikan. Isolat yang tumbuh mendominasi setiap sampel memiliki morfologi berbentuk *undulate* berwarna putih serta bertekstur licin. Kelimpahan isolat ini mencapai 527 koloni yang tersebar di masing-masing sampel limbah baglog. Sedangkan, isolat dengan kelimpahan terendah yakni berbentuk bulat dan tepi irreguler berwarna putih serta bertekstur halus yang berjumlah 82 koloni. Isolat ini hanya ditemukan pada sampel limbah berusia 4 bulan. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.17 Kelimpahan Total Seluruh Usia Sampel Limbah Baglog

No.	Hasil Pengamatan Morfologi	Sampel (Usia)			Jumlah Total
		A	B	C	
1	Kuning, Bulat, Rata, Licin	√	√	√	231
2	Putih, <i>Undulate</i> , <i>Irregular</i> , Licin	√	√	√	527
3	Putih, <i>Irregular</i> , <i>Irregular</i> , Halus	√	√		169
4	Kuning, <i>Irregular</i> , <i>Irregular</i> , Licin	√		√	93
5	Putih, <i>Irregular</i> , <i>Irregular</i> , Licin		√		162
6	Putih, Bulat, <i>Irregular</i> , Halus			√	82
7	Putih, Bulat, Rata, Licin			√	209

Keterangan :

A : Sampel limbah baglog usia 0 bulan

B : Sampel limbah baglog usia 2 bulan

C : Sampel limbah baglog usia 4 bulan

Penghitungan bakteri yang diambil dari limbah baglog jamur tiram putih menggunakan standar *Total Plate Count* (TPC). *Total Plate Count* (TPC) merupakan salah satu metode perhitungan bakteri tanpa menggunakan mikroskop. Hasil perhitungan menggunakan metode TPC ini tidak menunjukkan jumlah sel yang sebenarnya, karena beberapa sel yang berdekatan mungkin membentuk satu koloni. Mikroorganisme yang diperoleh dengan menggunakan metode TPC hanya merupakan jumlah perkiraan dan terdapat kemungkinan bahwa jumlah mikroorganisme yang diperoleh lebih banyak dibandingkan dengan mikroorganisme sesungguhnya.⁹

Hasil perhitungan kelimpahan bakteri tinggi tidak selalu mendapatkan koloni selulolitik yang tinggi pula. Kelimpahan bakteri dihubungkan dengan beberapa kualitas

⁹ Didya Sinatryani. 2014. *Kelimpahan Bakteri Selulolitik di Muara Sungai Gunung Anyar Surabaya dan Bancaran Bangkalan*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.h.42

lingkungan yang meliputi faktor fisika dan faktor kimia. Faktor fisika yang diukur antara lain suhu, pH sedangkan, jumlah unsur nitrogen dan karbon merupakan faktor kimia yang diukur.¹⁰ Hasil penelitian menyebutkan bahwa tingginya kandungan karbon dan nitrogen pada limbah baglog merupakan hasil degradasi mikroba. Namun, penelitian dengan sampel yang sama menunjukkan bahwa aktivitas degradasi tertinggi adalah kelompok jamur dibanding bakteri.¹¹

Unsur karbon pada organisme dalam hal ini adalah bakteri, merupakan bahan dasar materi sel organik sebagai sumber energi yang penting dalam proses metabolisme dan perbanyakan sel. Sedangkan, nitrogen merupakan bahan dasar pokok dalam membentuk protein, asam nukleat (DNA dan RNA) serta senyawa lain seperti koenzim.¹² Nitrogen adalah unsur yang paling berlimpah di atmosfer 78% gas di atmosfer adalah nitrogen, namun penggunaan nitrogen pada bidang biologis masih sangatlah terbatas.¹³

¹⁰ Ibid. Didya Sinatryani.

¹¹ Bimo Setiarto, R Haryo dan Saskiawan, Iwan. 2013. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Lignoselulolitik yang diisolasi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus)*. Jurnal Biologi Bidang Biokimia Mikroba, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat.h.26

¹² Musdalifah. 2013. *Distribusi dan Kelimpahan Bakteri Enterococcus spp. Di Perairan Terumbu Karang Kepulauan Spermonde Makassar*. Skripsi. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.h.39

¹³ Warta Kusuma. 2014. *Kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K) Limbah Baglog Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus) dan Jamur Kuping (Auricularia auricula) Guna Pemanfaatannya sebagai Pupuk*. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Makassar.h.11

Kandungan nitrogen terendah terdapat pada masa inkubasi 1 bulan, hal ini disebabkan miselium pada baglog tersebut masih rendah. Nitrogen mengalami peningkatan sampai pada masa inkubasi 4 bulan, dikarenakan miselium pada baglog menebal sehingga meningkatkan kandungan nitrogen pada baglog. Jamur tiram putih menggunakan karbon serta nitrogen untuk komponen sel tubuh, sehingga konsentrasi miselium semakin padat. Unsur nitrogen dan karbon yang meningkat memberi pengaruh terhadap asam amino, sehingga persentase protein pada limbah baglog meningkat. Data sebuah penelitian menyebutkan bahwa protein mengalami kenaikan hingga 22,4%.¹⁴

Hasil analisis kimia pada sebuah penelitian menyatakan bahwa limbah media tanam jamur tiram putih pada masa panen memiliki kandungan protein yang tinggi. Data berikut menyajikan hasil penelitian terhadap kandungan nutrisi media tanam jamur tiram putih sebelum panen dan setelah panen (limbah).¹⁵

Tabel 4.18 Perbandingan kandungan nutrisi media tanam jamur tiram putih sebelum panen dan setelah panen (limbah)

Nutrisi	Kontrol (%)	Panen I (%)	Panen II (%)	Panen III (%)
Protein	8,53	8,65	8,86	9,15
Air	34,84	26,77	14,18	12,26
Abu	25,57	25,57	30,45	32,35
Kalsium (Ca)	1,37	1,63	1,71	1,45
Pospor (P)	0,32	0,32	0,45	0,39
Lemak	0,84	0,53	0,43	0,40
Garam (NaCl)	0,66	0,57	0,52	0,47

¹⁴ *Ibid.* Warta Kusuma.h.22

¹⁵ Eko Yuliasuti ES & Adhi Susilo. 2003. *Studi Kandungan Nutrisi Limbah Media Tanamjamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus) Untuk Pakan Ternak Ruminansia*. Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi, Vol. 4.No.1: 54-61.h.56

Tabel tersebut menunjukkan peningkatan kadar protein yang terkandung pada setiap masa panen. Sintesis protein oleh mikroorganisme dalam hal ini bakteri menjadi salah satu penyebab peningkatan tersebut. Protein merupakan senyawa organik yang mengandung unsur karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, sulfur dan fosfor yang merupakan zat makanan utama bagi bakteri. Limbah media tanam jamur tiram putih memiliki mutu sedikit lebih tinggi karena kadar proteinnya bertambah dibanding jerami segar.¹⁶

Data hasil sebuah penelitian menyatakan bahwa adanya pelapukan pada media tanam jamur tiram (baglog) menjadi keuntungan dibanding substrat segar seperti jerami. Pelapukan pada media tanam jamur dapat menyederhanakan bahan organik menjadi senyawa yang mudah untuk diserap. Senyawa tersebut antarlain seperti sejenis gula, asam organik, dan asam amino. Selain itu, pelapukan oleh media mampu mengaktifkan mikroflora termofilik, misalnya bakteri yang akan merombak selulosa.¹⁷

Populasi bakteri pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa isolat berbentuk undulate berwarna putih dengan tekstur licin tumbuh mendominasi cawan. Nilai kelimpahan bakteri ini belum dapat diindikasikan sebagai karakter dari isolat selulolitik. Kelimpahan bakteri dapat disimpulkan sebagai pendegradasi selulosa

¹⁶ Ibid. Eko Yulastuti ES & Adhi Susilo.h.56

¹⁷ Kasmawati, et.al. 2013. *Pertumbuhan Miselium Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus L.) pada Media Tanam Campuran Baglog Bekas*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.h.31

apabila dilakukan uji selanjutnya. Isolat terpilih dapat dikatakan sebagai bakteri selulolitik apabila memenuhi tahap karakterisasi enzimatis selulosa (*screening*).

B. *Screening* Isolat Bakteri

Karakterisasi isolat bakteri meliputi uji selulolitik (*screening*) dan pewarnaan Gram. Uji selulolitik dilakukan dengan mengkarakterisasi isolat menggunakan media pertumbuhan differensial yakni CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*). Isolat bakteri dikatakan sebagai pendegradasi selulosa apabila dapat membentuk zona bening pada media CMC tersebut. Isolat positif terhadap selulosa selanjutnya dikarakterisasi dengan pewarnaan Gram.

Data pengamatan makrokopis sebelumnya diketahui bahwa terdapat 7 isolat dengan morfologi berbeda pada warna, bentuk, tepi serta tekstur koloni bakteri. Tabel 4.16 mengakumulasi data hasil pengamatan tersebut. Hasil pengamatan secara makrokopis tersebut kemudian dijadikan dasar melakukan *screening* terhadap 60 isolat. Karakterisasi pada 60 isolat tersebut menunjukkan terdapat 23 isolat yang positif terhadap selulosa.

Tabel di bawah ini mengakumulasi data isolat positif mendegradasi selulosa pada CMC. Data pada pengamatan *screening* disajikan dengan membedakan usia sampel berupa limbah baglog. Hasil pengamatan tersebut dapat di lihat pada data tabel sebagai berikut:

Tabel 4.19 Isolat Positif Selulolitik pada Sampel A

Usia 0 Bulan (A)								
		Morfologi Makrokopis				Morfologi Mikrokopis		
						Pewanaan Gram		
						(+)	(-)	
1	AA ₁ ⁻⁴	Kuning	Bulat	Rata	Licin	√		<i>Basil</i>
2	AA ₂ ⁻⁵	Kuning	Bulat	Rata	Licin		√	<i>Coccus</i>
3	CA ₃ ⁻⁵	Kuning	Bulat	Rata	Licin		√	<i>Basil</i>
4	AA ₃ ⁻⁵	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin	√		<i>Coccus</i>
5	CA ₁ ⁻⁵	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus		√	<i>Coccus</i>
6	CA ₂ ⁻⁴	Putih	<i>Irregular</i>	<i>Irregular</i>	Halus	√		<i>Coccus</i>
7	BA ₂ ⁻⁵	Kuning	<i>Irreguler</i>	<i>Irreguler</i>	Licin	√		<i>Coccus</i>

Tabel 4.18 di atas menyajikan data isolat positif yang mampu mendegradasi komponen selulosa pada media CMC. Morfologi secara makrokopis dan mikrokopis pada masing-masing isolat pada sampel A menunjukkan keberagaman. Isolat positif selulolitik pada data di atas didominasi oleh bakteri golongan Gram positif berbentuk *coccus*. Bentuk *coccus* Gram positif pada sampel A di tunjukkan oleh isolat AA₃⁻⁵, CA₂⁻⁴, dan BA₂⁻⁵. Namun, isolat-isolat tersebut memiliki morfologi makrokopis yang berbeda-beda.

Isolat *coccus* AA₃⁻⁵ merupakan koloni bakteri berbentuk *undulate* berwarna putih dengan tekstur yang licin serta tepinya *irreguler*. Bentuk *coccus* Gram positif lainnya adalah CA₂⁻⁴ yang morfologinya nampak berbentuk dan tepinya *irreguler* berwarna putih serta bertekstur halus. Bentuk *irreguler* secara makrokopis juga ditunjukkan oleh isolat BA₂⁻⁵ namun warna pada isolat ini adalah kuning serta bertekstur licin.

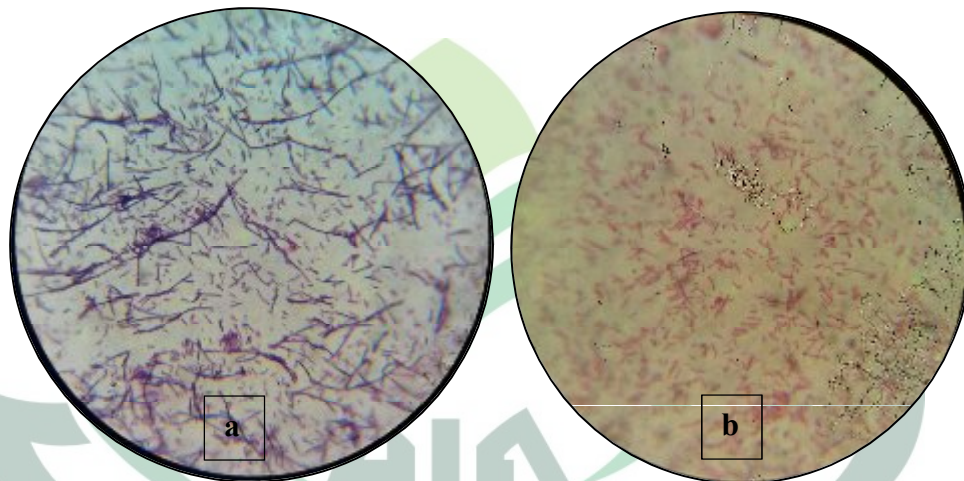
Bentuk *coccus* juga ditunjukkan oleh AA₂⁻⁵ dan CA₁⁻⁵ namun kedua isolat ini merupakan Gram negatif. Isolat AA₂⁻⁵ pada data tabel di atas nampak memiliki struktur morfologi yakni berbentuk bulat bertepi rata serta bertekstur licin berwarna kuning. Sedangkan, CA₁⁻⁵ merupakan isolat dengan struktur morfologi yakni berbentuk *irreguler* berwarna putih serta bertekstur licin.

Isolat positif selulolitik pada sampel A tidak hanya didominasi oleh sel bakteri berbentuk *coccus*, namun ada pula bentuk selnya adalah *basil*. Sel bakteri berbentuk *basil* ini juga terdiri atas Gram positif serta Gram negatif. Isolat selulolitik sampel A berbentuk *basil* dengan Gram positif ditunjukkan oleh AA₁⁻⁴. Isolat tersebut memiliki bentuk koloni bulat rata berwarna kuning dengan teksturnya yang licin. Sedangkan, bentuk *basil* Gram negatif di tunjukkan oleh CA₃⁻⁵ dengan struktur morfologi yang sama dengan AA₁⁻⁴.

Pewarnaan Gram digunakan untuk mengetahui morfologi sel bakteri positif ataupun negatif. Isolat dengan Gram positif akan berwarna ungu disebabkan oleh kompleks zat warna kristal violet-yodium. Sedangkan, isolat Gram negatif akan berwarna merah diakibatkan mempertahankan zat warna safranin. Struktur dinding sel pada isolat bakteri merupakan dasar yang membedakan hasil akhir pewaranaan Gram.¹⁸

¹⁸ Leni Fitri dan Yekki Yasmin. 2011. *Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi. Biologi Edukasi Vol.3 No.25

Dinding sel pada bakteri Gram positif cenderung memiliki peptidoglikan yang tebal dibanding bakteri Gram negatif.¹⁹ Bakteri Gram negatif mengandung lipid dengan persentase lebih banyak dibanding Gram positif. Maka, prosedur pewarnaan bakteri pemberian etanol (alkohol) menyebabkan terekstraksinya lipid sehingga memperbesar daya permeabilitas dinding sel bakteri.²⁰ Hasil pewarnaan dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.3 Hasil pewarnaan Gram bakteri bentuk *basil* : (a) *Basil* positif dan (b) *Basil* negatif

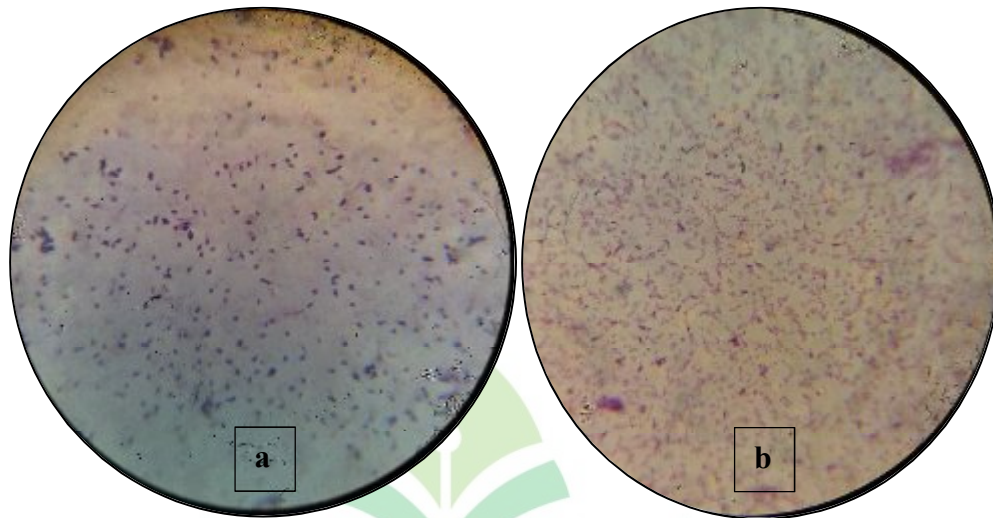
Gambar 4.3 di atas merupakan hasil pewarnaan dan pengamatan sel bakteri berbentuk *basil*. Sel bakteri berbentuk *basil* nampak serupa tongkat pendek dan silindris. Bakteri dengan bentuk *basil* kadang-kadang tetap saling melekat satu dengan yang lainnya, ujung dengan ujungnya, sehingga menampilkan penampilan berantai.²¹

¹⁹ *Ibid.* Leni Fitri dan Yekki Yasmin.

²⁰ J. Pelczar, Michael.*et.al.* 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).h.117

²¹ *Ibid.*J. Pelczar, Michael.*et.al.*h. 103

Sedangkan, sel bakteri berbentuk *coccus* struktur selnya nampak seperti bola-bola atau elips seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.4 Hasil pewarnaan Gram bakteri bentuk *coccus* : (a) *coccus* positif dan (b) *coccus* negatif

Bentuk tubuh bakteri dipengaruhi oleh keadaan medium serta usia. Bakteri dari koloni yang berusia tua dapat menunjukkan kelainan seperti sel-selnya nampak besar, bercabang dan tidak beraturan. Sehingga, dalam proses pengamatan sebaiknya dilakukan pada bakteri yang usia berkisar 6 hingga 12 jam, ataupun memurnikan kembali pada media baru.²²

Isolat positif selulolitik pada sampel A sebelumnya berjumlah tujuh isolat dengan berbagai variasi morfologinya masing-masing. Sampel limbah baglog usia 2 bulan juga menawarkan hasil isolat positif terhadap selulolitik. Hasil pengamatan

²² Dwijoseputro, D. 2010. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.h. 23

yang dilakukan pada sampel ini menghasilkan sembilan isolat mampu melakukan degradasi selulosa pada media differensial CMC. Data pengamatan terhadap sampel ini terakumulasi pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.20 Isolat Positif Selulolitik pada Sampel B

Usia 2 Bulan (B)								
		Morfologi Makrokopis				Morfologi Mikrokopis		
						Pewanaan Gram		
						(+)	(-)	
1	BB ₁ ⁻⁴	Kuning	Bulat	Rata	Licin	√		<i>Basil</i>
2	BB ₁ ⁻⁵	Kuning	Bulat	Rata	Licin		√	<i>Basil</i>
3	BB ₂ ⁻⁵	Kuning	Bulat	Rata	Licin	√		<i>Basil</i>
4	BB ₂ ⁻⁴	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin		√	<i>Coccus</i>
5	CB ₁ ⁻³	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin	√		<i>Coccus</i>
6	AB ₂ ⁻⁵	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin	√		<i>Basil</i>
7	AB ₃ ⁻⁴	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin	√		<i>Coccus</i>
8	AB ₁ ⁻⁵	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin	√		<i>Coccus</i>
9	AB ₂ ⁻⁴	Putih	<i>Irreguler</i>	<i>Irreguler</i>	Licin	√		<i>Basil</i>

Kelompok bakteri selulolitik pada sampel B pada tabel tersebut nampak didominasi oleh bakteri dengan sel Gram positif. Morfologi pada masing-masing isolat juga nampak bervariasi baik struktur makrokopis hingga mikrokopinya. Isolat-isolat positif selulolitik secara mikrokopis terdiri atas sel bakteri berbentuk *basil* dan *coccus*. Sel bakteri berbentuk *basil* positif di tunjukkan oleh BB₂⁻⁵ dan BB₁⁻⁴, isolat ini memiliki struktur makrokopis bentuk bulat rata berwarna kuning dengan tekstur yang licin.

Bentuk sel bakteri *basil* Gram positif lainnya juga ditunjukkan oleh AB₂⁻⁵ dan AB₂⁻⁴. Isolat berbentuk *basil* ini memiliki struktur makrokopis berbeda di mana AB₂⁻⁵ berbentuk *undulate*, sedangkan AB₂⁻⁴ berbentuk *irreguler*. Struktur makrokopis kedua isolat ini berbeda secara bentuk. Namun warna, tepi serta tekstur memiliki kesamaan.

Warna putih dengan tepi *irregular* serta tekstur licin ditampilkan oleh isolat-isolat tersebut. Sel bakteri berbentuk *basil* pada salah satu isolat bakteri sampel B merupakan Gram negatif, hal ini ditunjukkan oleh BB₁⁻⁵.

Karakterisasi pada sampel B juga menyajikan data bahwa isolat positif pendegradasi selulosa juga terdiri oleh bakteri berbentuk *coccus*. Isolat berbentuk *coccus* pada tabel di atas terdiri atas empat isolat, dengan tiga di antaranya adalah Gram positif. Bakteri *coccus* Gram positif ditunjukkan oleh CB₁⁻³, AB₃⁻⁴, dan AB₁⁻⁵, ketiga isolat ini secara makrokopis memiliki bentuk *undulate* berwarna putih dengan tepi *irregular* serta teksturnya licin. Sedangkan, bakteri *coccus* Gram negatif ditunjukkan oleh BB₂⁻⁴ di mana struktur makrokopisnya nampak sama dari isolat sebelumnya.

Hasil karakterisasi isolat positif selulolitik pada penelitian ini belum sampai pada tahap identifikasi kelompok bakteri. Data yang diperoleh masih berupa deskripsi terhadap 23 isolat yang dianggap mampu menjadi pendegradasi selulosa. Isolat positif selulolitik berikutnya merupakan isolat yang berasal dari limbah baglog berusia 4 bulan. Tabel 4.20 di bawah ini menyajikan data tersebut:

Tabel 4.21 Isolat Positif Selulolitik pada Sampel C

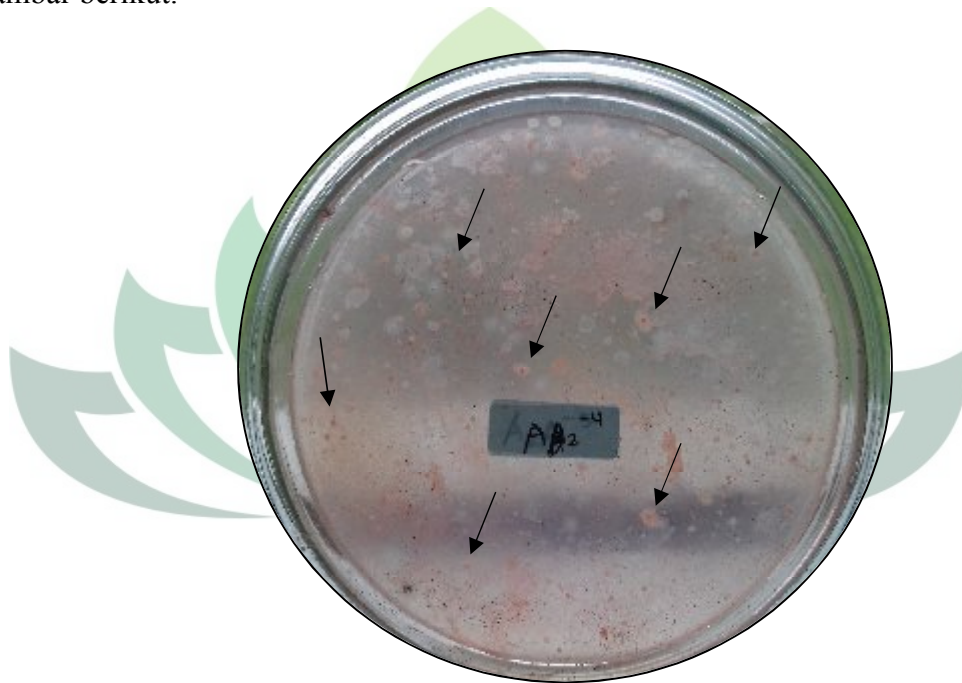
Usia 4 Bulan (C)								
		Morfologi Makrokopis				Morfologi Mikrokopis		
						Pewanaan Gram		
						(+)	(-)	
1	BC ₁ ⁻⁴	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin		√	<i>Coccus</i>
2	AC ₁ ⁻⁵	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin	√		<i>Coccus</i>
3	BC ₃ ⁻⁴	Putih	<i>Undulate</i>	<i>Irregular</i>	Licin		√	<i>Basil</i>
4	BC ₂ ⁻⁵	Putih	Bulat	Rata	Licin	√		<i>Coccus</i>
5	CC ₁ ⁻⁴	Putih	Bulat	Rata	Licin	√		<i>Coccus</i>
6	BC ₃ ⁻³	Putih	Bulat	<i>Irregular</i>	Halus	√		<i>Basil</i>

Hasil yang beragam juga ditunjukkan oleh isolat positif pada sampel C tersebut. Bentuk *coccus* merupakan sel bakteri yang mendominasi hasil pengamatan secara mikroskopis sampel C. *Coccus* Gram positif ditunjukkan oleh isolat AC₁⁻⁵, BC₂⁻⁵, dan CC₁⁻⁴. Isolat BC₂⁻⁵, dan CC₁⁻⁴ pada data tabel di atas nampak memiliki struktur makroskopis yang sama yakni berwarna putih berbentuk bulat rata serta tekstur licin. Sedangkan, isolat AC₁⁻⁵ struktur makroskopisnya nampak berbentuk *undulate* dengan tepi *irreguler* meski juga berwarna putih dan bertekstur licin.

Bentuk *coccus* pada isolat lainnya pada hasil pewarnaan Gram menunjukkan bahwa selnya merupakan Gram negatif. Isolat tersebut ditunjukkan oleh BC₁⁻⁴ dengan struktur makroskopis yang ditampilkan adalah warna putih berbentuk *undulate* dengan tepi *irreguler* serta bertekstur licin. Struktur makroskopis berbentuk *undulate* lainnya ditunjukkan oleh BC₃⁻⁴, namun pada hasil pengamatan mikroskopis isolat ini tergolong bakteri berbentuk *basil*.

Sel bakteri berbentuk *basil* lainnya ditunjukkan oleh BC₃⁻³ yang merupakan golongan Gram positif pada hasil pewarnaannya. Struktur morfologi pada isolat ini pun berbeda yakni berbentuk bulat serta bertekstur halus. Isolat-isolat positif selulolitik yang diperoleh pada sampel C ini memiliki jumlah terbilang rendah dibanding sampel lainnya. Hasil karakterisasi yang dilakukan ternyata tidak sejalan dengan kelimpahan bakteri pada sampel C yang tinggi.

Isolat bakteri positif terhadap selulolitik dapat ditemukan pada masing-masing sampel limbah baglog namun lebih banyak di peroleh pada baglog usia 2 bulan. Koloni bakteri yang mampu mendegradasi selulosa pada media CMC tersebut membuktikan bahwa adanya aktivitas enzimatis. Ukuran besar kecil serta jelas tidaknya zona bening pada permukaan media merupakan indikator aktivitas bakteri selulolitik merombak selulosa. Zona bening yang diperoleh dari aktivitas bakteri selulolitik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Zona bening pada media CMC

Gambar tersebut menunjukkan bahwa zona bening yang terbentuk pada medium differensial CMC berukuran sangat kecil. Zona bening pada gambar diatas tersebar hampir memenuhi permukaan media. Zona bening tersebut dapat terlihat jelas pada hari ke delapan inkubasi setelah direndam pewarna *congo red* 0,1%. Luas zona bening

pada sebuah penelitian dijelaskan bahwa berkaitan dengan konsentrasi CMC atau agar yang digunakan.²³

Konsentrasi media yang tidak sesuai membuat enzim selulase sulit untuk disekresikan sehingga menghambat proses degradasi. CMC dan agar dengan komposisi yang tinggi membuat kepadatan dan pori-pori media menjadi lebih kecil. Media dengan keadaan seperti ini membuat sulit dilintasi oleh selulosa untuk proses degradasi. Demikian sebaliknya, penambahan CMC dan agar yang terlalu sedikit menyebabkan media menjadi lebih lunak sehingga proses isolasi dan inokulasi terhambat.²⁴

Zona bening yang terbentuk juga berkaitan dengan kelarutan dari enzim selulase. Teori pada sebuah penelitian menyatakan bahwa enzim selulase yang memiliki tingkat kelarutan tinggi, akan membentuk zona bening yang berukuran besar.²⁵ Data penelitian ini memiliki keterbatasan di mana zona bening yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri tidak dapat diukur diameternya. Diameter zona bening yang dihasilkan pada penelitian yang dilakukan memiliki ukuran sangat kecil dan tipis sehingga sulit dilakukan pengukuran.

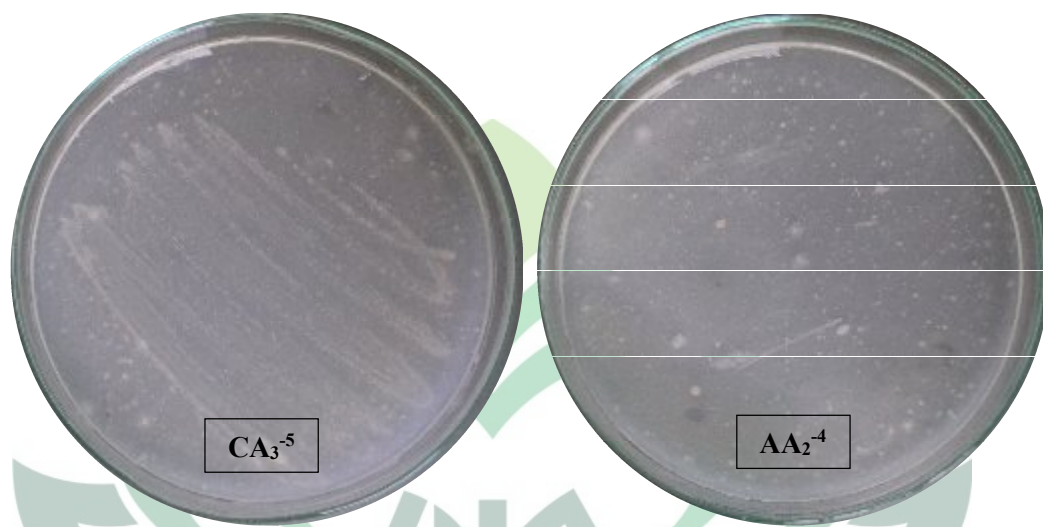
Media differensial CMC yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri selulolitik ini memiliki ikatan selulosa dapat larut (amorf). Koloni bakteri yang tumbuh lebih

²³Kurniawan Sarju Ambriyanto. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumpun Gajah (Pennisetum purpureum* Schaum). Jurnal Penelitian FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. h.23.

²⁴ *Ibid.* Kurniawan Sarju Ambriyanto

²⁵ *Ibid.* Kurniawan Sarju Ambriyanto

cepat dan lebih luas pada CMC dikarenakan lebih banyak menghasilkan enzim ekso- β -1,4-glukanase daripada enzim endo- β -1,4-glukanase. Selulosa merupakan enzim kompleks yang terdiri dari enzim ekso- β -1,4-glukanase (selobiohidrolase), enzim endo- β -1,4-glukanase (endoselulase) dan β -glukosidase (selobiase).²⁶ Koloni yang tumbuh pada media CMC dapat di lihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.6 Pertumbuhan koloni bakteri pada media CMC

Gambar di atas merupakan isolat bakteri yang berasal dari limbah baglog usia 0 bulan. Koloni bakteri tersebut memiliki luas dan pola pertumbuhan yang berbeda pada media CMC. Koloni pada CA_3^{-5} dapat tumbuh dengan cepat dihari ketiga inkubasi di banding AA_2^{-4} . Luas permukaan koloni pada CA_3^{-5} juga nampak mendominasi permukaan media CMC, sedangkan koloni pada AA_2^{-4} hanya berupa titik-titik kecil.

²⁶ Aldila Wanda Nugraha. 2012. *Isolasi dan Biodegradasi Limbah Daduk oleh Kapang Selulolitik dari Perkebunan Tebu*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Biologi. Universitas Airlangga.h.58

Gambar tersebut membuktikan bahwa enzim pada bakteri sangat berperan dalam pertumbuhan pada media selektif seperti CMC. Koloni CA₃⁻⁵ merupakan salah satu kelompok bakteri yang termasuk selulolitik hal ini dibuktikan melalui hasil uji *screening* pada Tabel 4.18. Sedangkan, isolat AA₂⁻⁴ pada hasil *screening* tidak menunjukkan adanya kemampuan selulolitik, sebab zona bening tidak terbentuk.

Hasil sebuah penelitian menjelaskan bahwa kuantitas enzim ekso- β -1,4-glukanase mempengaruhi kecepatan degradasi selulosa. Selulosa yang terdegradasi dengan cepat diakibatkan kemampuan enzim ekso- β -1,4-glukanase mengkatalis pembentukan selobiosa dihidrolisis menjadi glukosa. Laju degradasi selulosa yang rendah terjadi apabila enzim endo- β -1,4-glukanase lebih banyak dihasilkan sehingga menghambat pembentukan glukosa sebagai produk akhir.²⁷

Enzim endo- β -1,4-glukanase pada sebuah teori penelitian menyatakan bahwa, secara serentak ikatan β -1,4 mempengaruhi makromolekul dan menghasilkan potongan besar berbentuk rantai yang ujungnya bebas. Rantai tersebut kemudian dipotong oleh enzim ekso- β -1,4-glukanase menjadi disakarida selobiosa. Selobiosa yang terbentuk akan dihidrolisis oleh enzim β -glukosidase menjadi glukosa.²⁸

Selulosa merupakan material organik yang sangat melimpah pada tanaman dan siap untuk dipecah oleh berbagai mikroorganisme salah satunya adalah bakteri. Bakteri

²⁷*Ibid.* Aldila Wanda Nugraha

²⁸ Didya Sinatryani. 2014. *Kelimpahan Bakteri Selulolitik di Muara Sungai Gunung Anyar Surabaya dan Bancaran Bangkalan*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.h.5

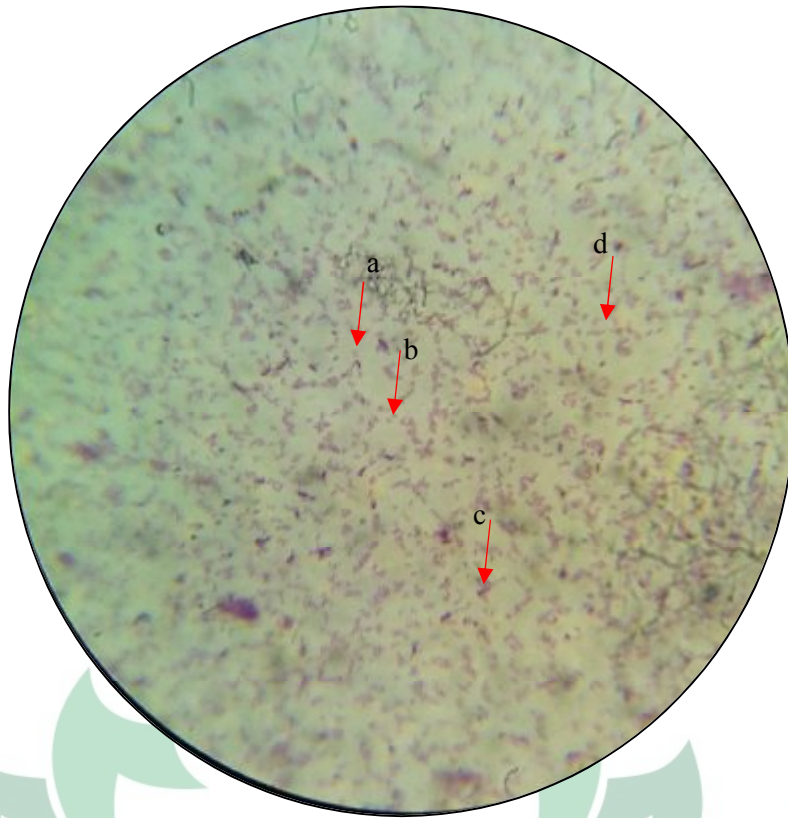
tersebut akan menggunakan enzim selulase untuk memecah selulosa menjadi molekul selobiosa yang merupakan disakarida yang terdiri dari dua unit glukosa.²⁹ Hasil penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa adanya kemampuan bakteri selulolitik dari sampel berupa limbah baglog jamur tiram putih berbahan serasah kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg).

Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa koloni bakteri pendegradasi selulosa terbanyak adalah yang berbentuk *undulate* dengan tepi *irreguler* berwarna putih serta teksturnya licin. Hasil yang ditunjukkan pada tabel di bawah menunjukkan bahwa kelompok isolat positif selulolitik didominasi oleh bakteri Gram positif. Bakteri ini setelah diamati secara mikroskopis menunjukkan selnya umumnya berbentuk *coccus*.

Bentuk *coccus* dalam beberapa penataan yang khas, ini disesuaikan dengan spesiesnya. *Coccus* memiliki bermacam-macam bentuk diantaranya *streptococcus* (berantai), *diplococcus* (berpasangan), *tertracoccus* (bergandengan empat dan membentuk bujursangkar), *sarcina* (bergerombol membentuk kubus), dan *stafilococcus* (bergerombol).³⁰ Hasil pewarnaan Gram pada salah satu isolat menunjukkan bentuk-bentuk *coccus* tersebut, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:

²⁹ *Ibid*.h.6

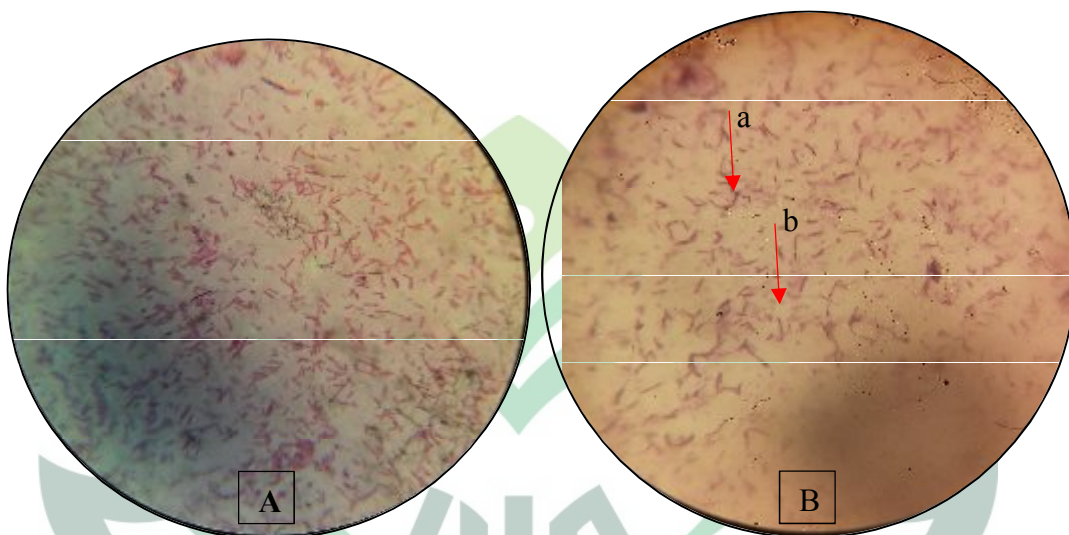
³⁰ Dwijoseputro, D. 2010. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.h.22



Gambar 4.6 Sel bakteri *coccus*; (a) *monococcus*, (b) *diplococcus*, (c) *tertracoccus*, dan (d) *streptococcus*.

Gambar di atas merupakan salah satu kenampakan sel bakteri *coccus* yang positif selulolitik. Sel bakteri pada hasil pewarnaan Gram menunjukkan bahwa bentuk *monococcus* lebih mendominasi dibanding *coccus* lainnya. Bentuk sel bakteri *tertracoccus* hanya di temukan di beberapa tempat salah satunya di tunjukkan oleh anak panah (c). Sedangkan, sel berbentuk *diplococcus* dan *streptococcus* juga cukup banyak namun tidak mendominasi seperti *monococcus*.

Bentuk penataan yang khas bukan hanya dimiliki oleh sel bakteri berbentuk *coccus*. Bakteri berbentuk *basil* juga memiliki variasi jenis berdasarkan bentuk selnya. Bentuk *basil* pada sel bakteri antarlain seperti *diplobacillus* (bergandengan dua-dua) dan *streptobacillus* (bergandengan membentuk rantai). Bentuk tersebut tersaji pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.7 Sel bakteri *basil*

Gambar diatas merupakan bakteri *basil* Gram negatif pada sampel isolat yang berbeda. Sel bakteri pada gambar A didominasi oleh bentuk *monobasil* yakni jika terdiri atas satu sel. Sedangkan, pada gambar B sel bakteri yang nampak saat diamati adalah bentuk *streptobasil* dan *cocobasil*. *Cocobasil* merupakan bentuk sel bakteri

yang sedikit membulat atau elips.³¹ Namun, bentuk sel yang mendominasi gambar B adalah bentuk bergandengan membentuk rantai atau *streptococcus*.

Isolat terbanyak yang mampu mendegradasi selulosa merupakan isolat putih *undulate* dengan bentuk selnya adalah *coccus* positif. Koloni bakteri tersebut berada pada masing-masing usia sampel limbah baglog, baik 0, 2 hingga 4 bulan. Kelompok bakteri dengan morfologi yang sama secara makrokopis menunjukkan angka positif selulolitik yang rendah. Data tersebut tersaji pada tabel berikut:

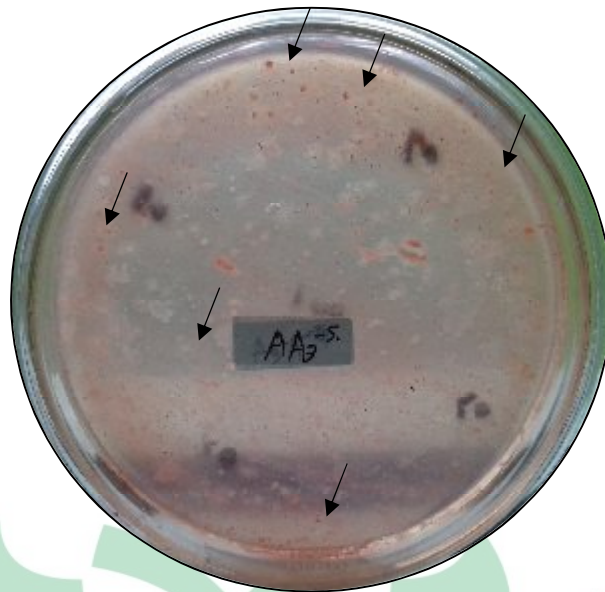
Tabel 4.22 Total isolat positif selulolitik

No.	Pengamatan Makrokopis (warna, bentuk, tepi, tekstur)	Pengamatan Mikrokopis				Jumlah
		Gram		Bentuk		
		(+)	(-)	<i>Coccus</i>	<i>Basil</i>	
			√	√		1
		√			√	3
			√		√	2
			√	√		2
		√			√	1
			√		√	1
		√		√		5
			√	√		1
		√		√		2
4	Kuning, <i>Irreguler, Irreguler, Licin</i>	√		√		1
5	Putih, <i>Irreguler, Irreguler, Licin</i>	√			√	1
6	Putih, Bulat, <i>Irreguler, Halus</i>	√			√	1
7	Putih, Bulat, Rata, Licin	√		√		2
Jumlah		8	5	7	6	23

Keterangan: Blok warna kuning menunjukkan isolat terbanyak yang mampu mendegradasi selulosa

³¹ Agnes Sri Harti. 2015. *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset (Anggota IKAPI).h.13

Hasil zona bening pada masing-masing isolat ini juga berbeda-beda hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.8 Zona bening pada isolat putih, *undulate*, *irreguler*, licin

Gambar tersebut merupakan hasil inokulasi isolat AA_3^{-5} yang berasal dari sampel limbah baglog usia 0 bulan. Sampel isolat tersebut mampu mendegradasi selulosa dengan cukup baik terlihat dengan hasil zona bening yang banyak tersebar pada media CMC agar. Sampel 0 bulan memang menunjukkan angka kelimpahan yang cukup rendah dibanding sampel lainnya. Namun, hasil *screening* menunjukkan nilai kelimpahan bukan menjadi patokan memperoleh banyak isolat selulolitik.

Kelompok bakteri selulolitik menghasilkan kompleks enzim selulase berbeda-beda, sesuai dengan gen serta sumber karbon yang digunakan. Hasil penelitian menggunakan sampel berupa jerami dan tongkol jagung menunjukkan kemampuan

degradasi selulosa yang rendah. Substras sintetik CMC yang digunakan pada sampel tersebut memiliki aktivitas yang rendah sehingga enzim selulase kurang potensial bekerja. Selain itu, komponen lignin yang membungkus selulosa pada sampel jerami dan tongkol jagung juga berperan menghambat aktivitas enzim selulase.³²

Hasil persentase selulolitik yang rendah juga ditunjukkan oleh penelitian menggunakan sampel serasah daun *Avicenia*. Degradasi selulosa tertinggi dimiliki oleh mikroorganisme amilolitik, proteolitik, selulolitik dan terakhir lipolitik. Mikroorganisme selulolitik pada sampel penelitian tersebut berada pada urutan ketiga untuk aktivitas degradasi selulosa.³³ Sehingga, perlu diketahui bahwa kandungan pada sampel berupa limbah baglog memiliki kemungkinan terdiri atas mikroorganisme lain sehingga menghambat aktivitas selulolitik.

Data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak adanya keterkaitan antara nilai kelimpahan dengan kondisi selulolitik bakteri. Nilai kelimpahan limbah baglog usia 4 bulan memang menunjukkan jumlah tertinggi, namun tidak pada hasil *screening*. Hasil data *screening* nampak bahwa limbah usia 2 bulan memiliki kelimpahan selulolitik terbanyak di banding limbah baglog lainnya.

³² Anja Meryandini, *et.al.* 2009. *Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya*. Jurnal Makara Sains. Vol.13. No1. Bogor. Indonesia.h.34-37

³³ Didya Sinatryani. 2014. *Kelimpahan Bakteri Selulolitik di Muara Sungai Gunung Anyar Surabaya dan Bancaran Bangkalan*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.h.22

Organisme selulolitik yang banyak ditemukan pada limbah usia 2 bulan dipengaruhi oleh kandungan nutrisi didalam baglog. Fase inkubasi pada limbah tersebut belum terlalu lama sehingga belum banyak selulosa yang didegradasi. Ketersediaan selulosa tersebut membuat kelimpahan bakteri selulolitik cukup tinggi dibanding baglog usia inkubasi lebih lama.

Limbah baglog dengan fase inkubasi yang cukup lama membuat kandungan selulosa sebagai komponen utama media tanam jamur banyak terdegradasi. Kelimpahan bakteri yang diperoleh bukan menjadi indikasi selulolitik sebab adanya kemungkinan jenis organisme lain yang menghuni baglog tersebut.

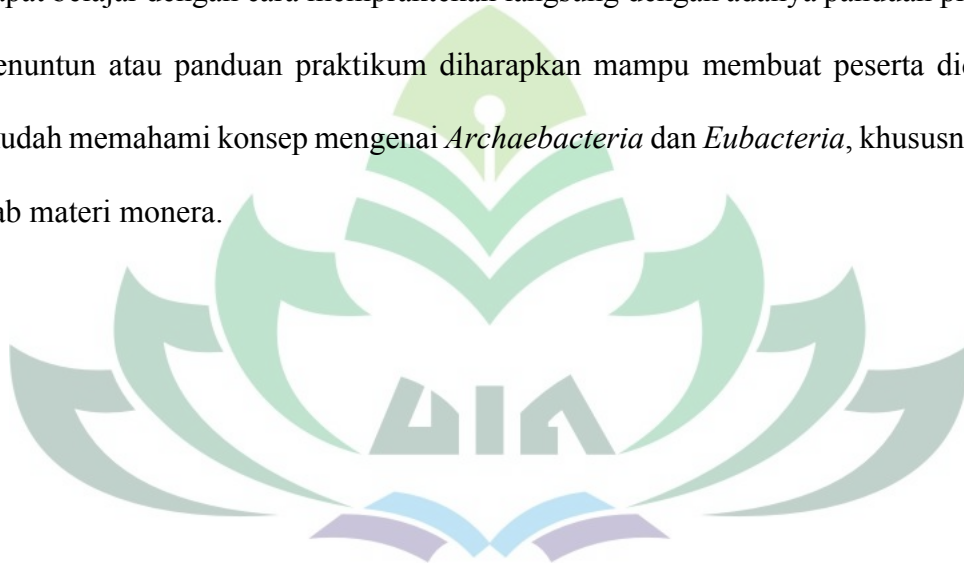
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Biologi mempelajari banyak hal yang berkaitan dengan kehidupan seperti, biosfer, ekosistem, komunitas, populasi, organisme, system organ, sel dan molekul. Mikroorganisme adalah materi pembelajaran yang diajarkan dijenjang sekolah menengah selain tingkat organisasi kehidupan seperti diatas. Mikroorganisme merupakan bahan ajar yang mencakup masalah seperti virus, protozoa, fungi dan bakteri. bakteri merupakan mikroorganisme yang sangat kecil yang sifatnya dapat menguntungkan ataupun merugikan.

Bakteri merupakan materi pembelajaran pada peserta didik di bangku sekolah menengah kelas X semester 1. Materi pada kelas X memiliki empat kompetensi inti (KI) yang harus dikuasai. Kingdom monera salah satu materi di dalamnya berisi

deskripsi ciri-ciri *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* serta peranannya dalam kehidupan. Pemanfaatan bakteri selulolitik yang di peroleh dari isolasi dan seleksi enzimatik limbah media tanam jamur tiram putih berbahan serbuk gergaji kayu karet, merupakan salah satu peranan materi pembelajaran tersebut.

Penelitian ini dibuat sebagai sumber belajar bagi peserta didik untuk mengenal lebih jauh mengenai perbedaan bakteri Gram positif dan negatif. Sehingga, peserta didik dapat belajar dengan cara mempraktekan langsung dengan adanya panduan praktikum. Penuntun atau panduan praktikum diharapkan mampu membuat peserta didik lebih mudah memahami konsep mengenai *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*, khususnya dalam bab materi monera.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Limbah media tanam jamur tiram putih (*pleurotus ostreatus*) berbahan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) memiliki peluang terhadap bakteri selulolitik.
2. Limbah baglog usia 4 bulan memiliki kelimpahan bakteri tertinggi setelah ditumbuhkan pada media NA, akibat tinggi unsur pendukung pertumbuhan bakteri yakni karbon dan nitrogen.
3. Isolat bakteri positif selulolitik didominasi oleh bentuk *undulate* dengan tepi *irregular* berwarna putih dan bertekstur licin. Kelompok bakteri ini tumbuh pada semua sampel limbah baglog dengan variasi pada jumlah kelimpahannya.
4. Hasil pewarnaan Gram pada isolat positif selulolitik menunjukkan bentuk sel bakteri yang mendominasi adalah *coccus* positif.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka disarankan :

1. Bagi Peserta Didik

Peserta didik diharapkan mampu menggunakan penuntun praktikum dengan baik agar tujuan proses pembelajaran dapat tercapai dengan efektif.

2. Bagi Pendidik

Pendidik diharapkan dapat lebih kreatif dalam melaksanakan proses belajar mengajar dengan cara praktikum secara langsung.

3. Bagi Masyarakat

Masyarakat diharapkan dapat lebih peka terhadap lingkungan sekitar, terutama persoalan limbah yang sebenarnya masih memiliki manfaat dalam kehidupan sehari-hari.

4. Bagi Peneliti

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh agen biologis dengan cara mengisolasi dan seleksi enzimatik terhadap bakteri selulolitik pada limbah media tanam jamur tiram putih berbahan kayu karet. Isolasi dan seleksi terbatas pada bakteri selulolitik saja, maka disarankan agar menguji kemungkinan bakteri lain seperti lignolitik, xilanolitik, amilolitik, proteolitik, ataupun lipolitik.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad. *Jamur (Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis)*. Depok: Penerbit Agriflo. 2012
- Aditya, Rial dan Saraswati, Desi. *Sepuluh Jurusan Sukses Agribisnis Jamur*. Jakarta: Penebar Swadaya. 2011
- Agustini, Luciasih, et. al. *Isolat dan Karakterisasi Enzimatis Mikroba Lignoselulolitik di Tiga Tipe Ekosistem Taman Nasional*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam: 197-210. 2016
- Anwar, Ahmad Ruzki. *Bio-Degradasi Selulosa Hasil Bio-Pretreatment Jerami Padi Secara Fermentasi Padat Menggunakan Isolat Actinomyces Acp-1 Dan Acp-7 (Biodegradation Of Cellulose In Solid State Fermentation Pre-Treated Rice Straw By Actinomyces Acp-1 And Acp-7 Isolate)*. Skripsi. Fakultas Mipa, Universitas Lampung. 2013
- Aiman, Umul dan Astuti, Niken. *Mikroorganisme Selulolitik dari Berbagai Substrat Peranannya dalam Meningkatkan Kualitas Hijauan Makanan Ternak*. Jurnal Agri Sains Universitas Mercu Buana. Yogyakarta Vol.3 (4). 2012
- Al Bashori, Khamdan Ali, et. al. *Isolasi Komunitas Bakteri Termofilik Selulolitik dari Kompos Serta Identifikasi Fenotipik dan Genotipik dengan Metode Sscp*. Jurnal Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang vol. 20 (2). 2012
- Amrulla, Mudjahidah, et. al. *Isolasi Jamur Mikroskopik Pendegradasi Lignin dari Beberapa Substrat Alami*. Jurnal Alam dan Lingkungan Universitas Hasanuddin Makassar Vol. 4 (7). 2013
- Anggarawati, Desi. *Aktivitas Enzim Selulase Isolat SGS 2609 BBP4B-KP Menggunakan Substrat Limbah Pengelolaan Rumput Laut yang*

- Dipretreatment dengan Asam*. Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Bioproses Universitas Indonesia Depok. 2011
- Anindyawati, Trisanti. *Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa untuk Produksi Bioetanol*. Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI BS vol. 44 (1):49-56. Bogor. 2009
- Anindyawati, Trisanti. *Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian untuk Pupuk Organik*. Berita Selulosa Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI vol.45 (2). Bogor. 2010
- Ari Setyati, Wilis dan Subagiyo. *Isolasi Dan Seleksi Bakteri Penghasil Enzim Ekstraseluler (Proteolitik, Amilolitik, Lipolitik, dan Selulolitik) yang Berasal dari Kawasan Mangrove*. Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang Vol.17 (3) 164-168 ISSN: 0853-7291. 2012
- B Wilson, David. *Microbial Diversity of Cellulose Hydrolysis 14: 1-5*. Department of Molecular Biology & Genetics, Biotechnology Building Cornell University. United States. DOI 10.1016/j.mib.2011.04.004. [Online] www.sciencedirect.com. 2011
- Badan Standar Nasional Pendidikan. *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMA/MA*. 2006
- Bimo Setiarto, R Haryo dan Saskiawan, Iwan. *Seleksi dan Karakterisasi Mikroba Lignoselulolitik yang diisolasi dari Limbah Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus)*. Jurnal Biologi Bidang Biokimia Mikroba, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, Jawa Barat. 2013.
- Devina Fajariah, Hayuni dan Hadi, Wahyono. *Pemanfaatan Serbuk Gergaji menjadi Biobutanol dengan Hidrolisis Selulase dan Fermentasi Bakteri Clostridium acetobutylicum*. Jurnal TEKIM POMITS Surabaya Vol.3(2) ISSN: 2337-3539. 2014

- Dwijoseputro, D. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan. 2010
- Dharma, U.S. *Pemanfaatan Biomassa Limbah Jamur Tiram sebagai Bahan Bakar Alternatif untuk Proses Sterilisasi Jamur Tiram*. Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung ISSN 2301-6663 Vol. 2 (2). 2013
- Farisi, Salman. *Optimasi Medium Produksi Enzim Selulase Dari Bakteri Probiotik Lokal Bacillus sp.* Skripsi Program Studi Magister Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. 2015
- Fatichah, Nur Fianty Yuni. *Potensi bakteri endofit sebagai penghasil enzim kitinase, protease dan selulase secara in vitro*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. 2011.
- Fitri, Lenni. *Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi Edukasi Banda Aceh Vol.3 (2):20-25. 2011
- Gupta, Pratima. *Isolation of Cellulose-Degrading Bacteria and Determination of Their Cellulolytic Potential*. International Journal Article of Microbiology Departement of Biotechnology, National Institute of Technology Raipur, India. DOI: 10.1155/2012/578925. 2011.
- Hadrawi, Jumatriatikah. *Kandungan Lignin, Selulosa, dan Hemiselulosa Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) dengan Masa Inkubasi yang Berbeda sebagai Bahan Pakan Ternak*. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanudding Makassar. 2014
- Hasanah, Nur dan Saskiawan, Iwan. *Aktivitas Selulase Isolat Jamur dari Limbah Media Tanam Jamur Merang*. Pos Seminar Nasional Pusat Penelitian Biologi LIPI Bogor Vol.1 (5):1110-1115 ISSN: 2407-8050 DOI: 10.13057/psnmbi/m010524. 2015.

- Harisma, Fajar. *Skrining Jamur Lignoselulolitik Asal Hutan Tropika Indonesia*. Skripsi Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. 2010.
- Hartati. *Isolasi dan Seleksi Bakteri Selulolitik Termofilik dari Kawah Air Panas Gunung Pancar, Bogor*. Jurnal Ilmiah FMIPA IPB. Bogor. 2010
- Heliza Maulani, Sofie. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Selulolitik dari Tanah Mangrove Muara Sungai Gunung Anyar Surabaya*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya. 2014
- Hunaepi, et. al. *Pemanfaatan Limbah Media Jamur Sebagai sebagai Pupuk Organik (Ibm Kelompok Tani)*. Jurnal Ilmiah IKIP Mataram Program Studi Pendidikan Biologi IKIP Mataram Vol. 1 (2) ISSN: 2355-6358. 2014
- Indonesia, Standar Nasional. *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik*. SNI: 19-7030. 2004.
- Irawati, D. *Hidrolisis Media Sisa Jamur Kuping Menggunakan Tiga Jenis Enzim Selulase*. Jurnal Ilmu Kehutanan Universitas Gajah Mada Yogyakarta 11:52-62. <http://jurnal.ugm.ac.id/jikfkt>. 2016
- Isdaryanti, et. al. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Lignoselulosa Asal Rumen Sapi*. Skripsi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin. Makassar. 2015
- J. Pelczar, Michael., et. al. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). 2008.
- Kasmawati, et. al. *Pertumbuhan Miselium Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Tanam Campuran Baglog Bekas*. Prosiding Seminarata FMIPA Universitas Lampung. 2013
- Kusuma, Warta. *Kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K) Limbah Baglog Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan Jamur Kuping (*Auricularia**

- auricula) Guna Pemanfaatannya sebagai Pupuk*. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Makassar. 2014
- Lailatul Rahmah, Nur, et. al. *Pemanfaatan Limbah Baglog Jamur Tiram dan Kotoran Kambing sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos Berdasarkan Kajian Konsentrasi EM4 dan Jumlah Pembalihan*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian FTP UB*. ISBN: 978-602-7998-92-6. 2015.
- Laksmi Dewi, Sri. *Isolasi Bakteri Xilanolitik dan Selulolitik dari Feses Luwak*. *Jurnal Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor*. 2012
- Lamid, Mirni, et. al. *Eksplorasi Bakteri Selulolitik Asal Cairan Rumen Sapi Potong sebagai Bahan Inokulum Limbah Pertanian*. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya Vol. 4 (1)*. 2011.
- Lusi Anggaeni, Imelda. *Isolasi dan Skrining Bakteri Indigenous dari Air Rendaman Pelepa Tanaman Salak (Zalacca edulis, Reinw.) yang Berpotensi sebagai Bakteri Selulolitik*. Naskah Publikasi Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah. Surakarta. 2015.
- Mahdiyah, Dede. *Isolasi bakteri dari Tanah Gambut Penghasil Enzim Protease*. *Jurnal Pharmascience Banjarmasin Vol.2 (2):71-79* ISSN-Print: 2355-5386. ISSN-Online: 2460-9560. <http://jps.ppjpu.unlam.ac.id/>. 2015.
- Marlina Djarrijah, Nunung Dan Siregar Djarijah, Abbas. *Budidaya Jamur Tiram Pembibitan, Pemeliharaan, Dan Pengendalian Hama Penyakit*. Yogyakarta: Kanisius. 2001.
- Masefa, Lia, et. al. *Pengaruh Kapur dan Dolomit Terhadap Pertumbuhan Miselium dan Produksi Jamur Tiram Cokelat (Pleurotus cystidiosus O.K.Miller)*. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Biologi Universitas Andalas. Surabaya Vol. 5 (1)* ISSN:2338-0950. 2016
- Maulana Sy, Erie. *Panen Jamur Tiap Musim*. Yoyakarta: Lily Publisher. 2012

- Mayang Sabrina, Nimas. *Modul 6 Bioindustri Penyiapan Kultur Starter*. Laboratorium Bioindustri Jurusan Teknologi Industri Pertanian Universitas Brawijaya. 2012
- Meryandini, Anja, et. al. *Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya*. MAKARA, Sains Bogor Vol.13 (1):33-38. 2009
- Meryandini, Anja, et. al. *Pemanfaatan Bakteri Selulolitik dan Xilanolitik yang Potensial untuk dekomposisi Jerami Padi*. Jurnal Tanah Tropikal Banjar Baru Kalimantan Selatan Vol.14 (1):71-80 ISSN: 0852-257X. 2008
- Milton R.J. Salton and Kwang-Shin Kim. *Structur of Bacteria*. www.bact.wisc.edu. Departement of Bacteriology University of Wisconsin Madison. USA. 2001
- Munawarah, Happy Zatul, et. al. *Aplikasi Mikroba Lignoselulolitik Indigenus Asal Tanah Gambut Riau dalam Pembuatan Kompos dari Campuran Tandan Kosong dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.)*. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Pekanbaru vol.1 (2). 2014
- Munandar, Kukuh. Et. al. *Model Learning Cycle untuk Transformasi Pedagogik pada Mahasiswa Pendidikan Biologi: Suatu Model Hipotetik untuk Meningkatkan Profesionalisme Calon Guru*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang. 2015.
- Musdalifah. *Distribusi dan Kelimpahan Bakteri Enterococcus spp. Di Perairan Terumbu Karang Kepulauan Spermonde Makassar*. Skripsi. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. 2013
- Mustofa. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Selulolitik dari Feses Kambing*. Sripsi Jurusan Biologi Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. 2012

- Natalia, Dewi Arna. *Jamur tiram sebagai jamur uji keawetan alami kayu karet dan sengon dengan metode standar nasional Indonesia dan standar industri Jepang*. Departemen silvikultur Institut Pertanian Bogor. 2011
- Nina Herliyana, Elis., et. al. *Kultivasi Jamur Pleurotus Ramah Lingkungan dengan Menaur Ulang Limbah Substrat Jamur dan Penambahan Pupuk Organik*. Jurnal Silvikultur Tropika Vol.6 (1):33-42 ISSN: 2086-8227. Bogor. 2015
- Nur Azizah, Siti. *Skrining Bakteri Selulolitik Asal Vermicomposting Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurnal SAINTEK II Universitas Jember: 26-30. 2014.
- Nuraeni, Eni. *Studi Komparasi Hasil Belajar Siswa antara Menggunakan Peta Konsep dan Pemberian Tugas dalam Pembelajaran Biologi Materi Pokok Sistem Gerak pada Manusia Kelas VIII MTs Al-Miftah Sindangjaya Ketanggungan Brebes*. Skripsi Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo Semarang. 2010
- Nurrochman, Fajar. *Eksplorasi Bakteri Selulolitik dari Tanah Hutan Mangrove Baros Kretek, Bantul Yogyakarta*. Naskah Publikasi Skripsi Pendidikan Biologi FKIP Universitas muhammadiyah. Surakarta. 2015
- Nurwati, Siti Rochmah. *Pemanfaatan limbah baglog jamur sebagai media budidaya cacing Pheretima sp.* Skripsi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 2011
- Ohara, hiroki. *Characterization of the Cellulolytic Complex (Cellulosome) from Ruminococcus albus*. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. Japan. 64:2, 254-260. DOI: 10.1271/bbb.64.254. ISSN: 0916-8451. <http://www.tandfonline.com/loi/tbbb20>. 2000
- P. Coughlan. *The Properties of Fungal and Baterial Cellulase with Comment on their Production and Application*. Biotechnology and Genetic Engineering reviews Vol.3. Departemen of Biochemistry University College, Galway. Ireland. 1985.

- Poedjiadi, Anna dan Supriyanti, F.M. Titin. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia. 2009
- Qomari, Rohmad. *Pengembangan Instrumen Evaluasi Domain Afektif*. Jurnal Pemikiran Alternatif Pendidikan P3M STAIN Purwokerto Vol. 13 (1). 2008.
- Rachma, Zulia Nur. *Sistem Filtrasi dengan Karbon Aktif Kayu Sengon, Kerikil Aktif Sungai Krasak, dan Pasir Aktif Pantai Indrayanti pada Air Sumur di Lppmp Uny sebagai Air Minum*. Skripsi Universitas Negeri Yogyakarta. 2016
- Rahayu, Farida. *Seleksi dan Pengujian Potensi Bakteri Indigenous Air Rendaman Kenaf (*Hisbiscus cannabinus* L.) sebagai Bakteri Selulolitik, Pektinolitik, dan Lignolitik*. Bulletin Tanaman Tembakau, Serat, & Minyak Industri 2(2):81-87 ISSN: 2085-6717 Malangu. 2010
- Ramadhan, M. Luthfi, et.al. *Analisis Potensi dan Karakterisasi Molekuler Gen 16S rRNA Bakteri Selulolitik yang Diisolasi dari Makroalga Euceuma sp dan Sargassum sp sebagai Penghasil Selulase*. Jurnal Perikanan dan Kelautan Unpad Bandung vol.3 (3):61-67 ISSN: 2088-3137. 2012
- Retnani, Yuli, et. al. *Teknik Membuat Biskuit Pakan Ternak dari Limbah Pertanian*. Bogor: Penebar Swadaya Grup. 2014
- Rosmauli, et. al. *Pemanfaatan Kompos dari Limbah Baglog Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) sebagai Media Tumbuh Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* Var. *pParachinensis* L.)*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 12 (2):120-126. 2015
- Santosa, Anak Agung, wirnangsi d. Uno, and sari rahayu rahman. *Identifikasi Jamur Makroskopis di Cagar Alam Tangale Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo*. KIM Fakultas Matematika dan Ipa Gorontalo vol.1 (1). 2013

- Sarju Ambriyanto, Kurniawan. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumpun Gajah (Pennisetum purpureum Schumacher)*. Jurnal Ilmiah FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 2010
- Sinatryani, Didya. *Kelimpahan Bakteri Selulolitik di Muara Sungai Gunung Anyar Surabaya dan Bancaran Bangkalan*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya. 2014.
- Slamet, et. al. *Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri Lignoselulolitik Asal Cacing Tanah (Lumbricus rubellus) Terhadap Berbagai Substrat Lignoselulosa*. e-jurnal Peternakan Tropika vol.4 (1). Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar Bali. 2016
- Sudrajat, Enang, et. al. *Al-Qur'an dan Terjemahan*. Bogor: Sygma. 2007
- Sugestyati, Dewi, dan S. P. Suryanti. *Potensi Limbah Medium Jamur Tiram Berbahan Serasah Daun Kakao Diperkaya Trichoderma Harzianum Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Tomat*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 2015.
- Sukadarti S, et. al. *Produksi Gula Reduksi dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur Trichoderma reesei*. Proceeding: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia Program Studi Teknik Kimia UPN Veteran Yogyakarta ISSN: 1693-4393. 2010
- Sumarsih, Sri. *Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar*. Fakultas Pertanian UPN Veteran. Yogyakarta. 2003
- Susilana, Rudi dan Riyana, Cepi. *Media Pembelajaran: Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, dan Penilaian*. Bandung: CV. Wacana Prima. 2009
- Susilawati Dan Raharjo, Budi. *Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus Ostreatus Var Florida) Yang Ramah Lingkungan*. Materi Pelatihan

Agribisnis Bagi KMPH Report No. 50. STE. Final. BPTP Sumatera Selatan.
2010

Sri Harti, Agnes. *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset (Anggota IKAPI). 2015.

Tim Dosen. *Panduan Praktikum Mikrobiologi*. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma. 2016

Tim Penyusun *Buku Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. 2016

Wanda Nugraha, Aldila. *Isolasi dan Biodegradasi Limbah Daduk oleh Kapang Selulolitik dari Perkebunan Tebu*. Skripsi. Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. 2012

Yuliasuti, ES Eko & Susilo, Adhi. *Studi Kandungan Nutrisi Limbah Media Tanamjamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Untuk Pakan Ternak Ruminansia*. Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi, Vol. 4 (1): 54-61.
2003

Yuwono. *Mikrobiologi Kedokteran*. Departemen Mikrobiologi FK Unsri. Palembang.
2012

Lampiran 1

Persiapan Pembuatan Sampel

A. Alat

Alat yang digunakan pada persiapan pembuatan sampel yaitu tampah, sendok plastik, kertas koran,, pisau, blender, plastik, kertas label, alat tulis.

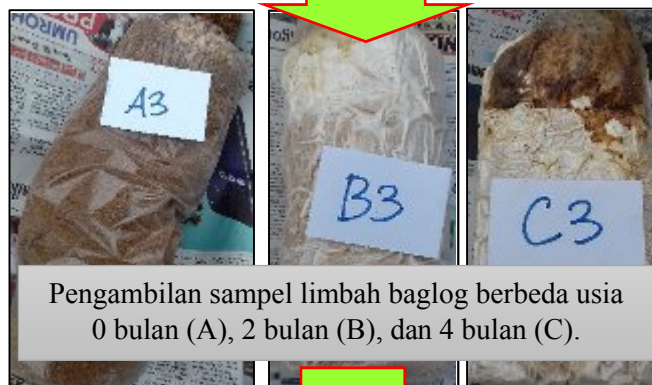
B. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu limbah baglog jamur tiram putih *pleurotus ostreatus* usia 0, 2 dan 4 bulan.



C. Cara Kerja

Sampel limbah baglog diambil di Desa Karang Anyar Kabupaten Lampung Selatan dalam berbagai kondisi usia. Sampel diambil masing-masing 3 buah baglog disetiap usia, lalu diberi label. Kode A untuk usia 0 bulan, B sampel baglog 2 bulan dan C pada usia 4 bulan. Sampel yang telah diambil kemudian dilakukan penjemuran di bawah panas matahari. Limbah baglog tersebut dicacah menggunakan pisau agar mempercepat proses pengeringan. Sampel baglog yang sudah cukup hancur diratakan permukaannya menggunakan sendok plastik. sampel yang telah benar-benar kering dipisahkan dengan bahan-bahan yang ikut tercampur saat penjemuran. Sampel kering selanjutnya dihaluskan menggunakan blender agar diperoleh serasah yang halus.



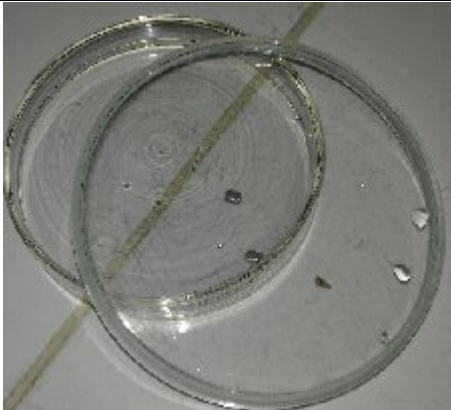
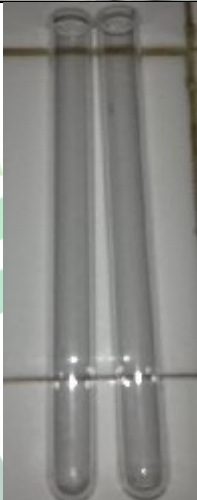



Lampiran 2

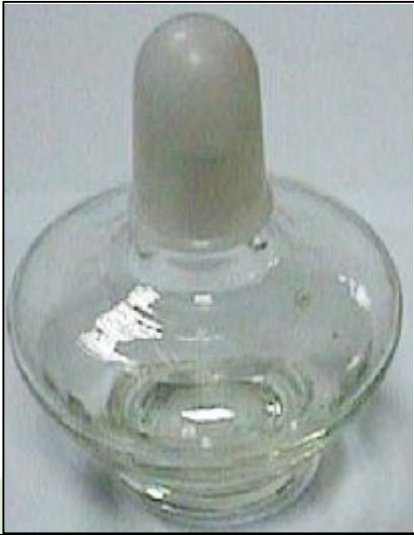


Pengenceran Sampel

A. Alat

No.	Nama Alat	Gambar
1	Gelas ukur	
2	Gelas beker	
3	Labu Erlenmeyer	

4	Cawan Petri	
5	Tabung Reaksi	
6	Rak tabung reaksi	


7	Inkubator	
7	Oven/microwave	
9	Autoclave	

10	Pembakar spirtus	
11	Kompor	
12	Tabung gas 3 kg	

13	Panci/dandang	
14	Spatula	
15	Neraca Analitik	
16	Sarung Tangan, Masker dan Tissue	

B. Bahan

No.	Nama Bahan	Gambar
1	Nutrient Agar (NA)	
2	Alkohol	
3	Aquadest	

4	Sampel limbah baglog	
---	----------------------	--

C. Cara Kerja

1. Pembuatan seri pengenceran



2. Persiapan Media Nutrient Agar (NA)





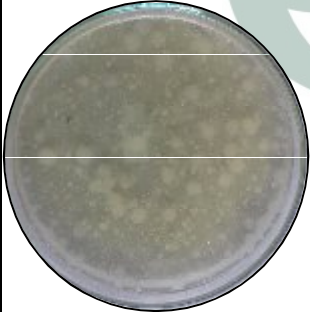
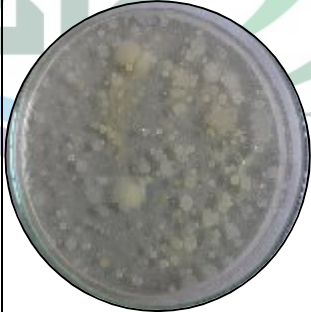
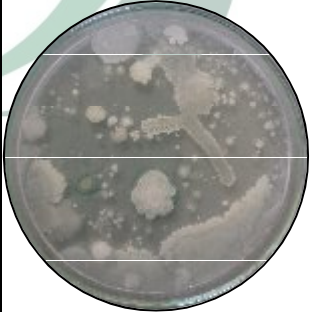
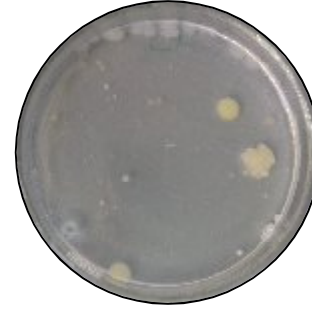





Lampiran 3

Hasil Pengamatan Kelimpahan Bakteri



1) Rabu, 23 Agustus 2017

Kelimpahan Bakteri Pada Sampel Limbah Baglog Usia 0 Bulan (A)

Sampel		Kelimpahan Bakteri				
Usia Limbah	Pengulangan	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
	A ₁		-			
	A ₂		-			



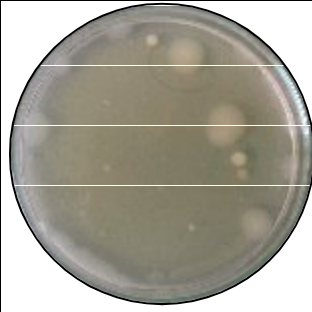

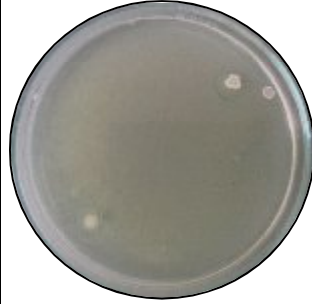
	A ₃	-	-			
--	----------------	---	---	--	---	---

2) Kamis, 24 Agustus 2017

Sampel		Kelimpahan Bakteri				
Usia Limbah	Pengula ngan	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
B	B ₁	-	-	-		

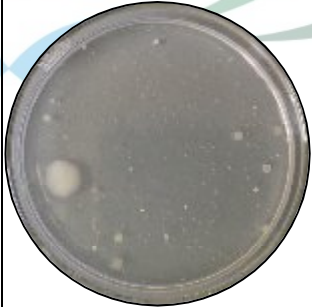
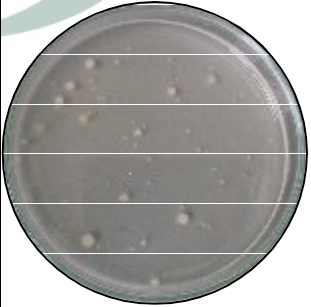

Kelimpahan Bakteri Pada Sampel Limbah Baglog Usia 2 Bulan (B)

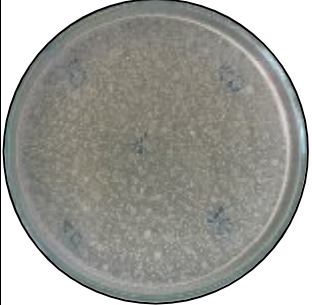


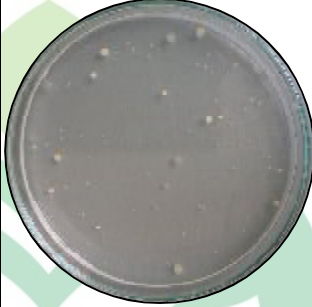




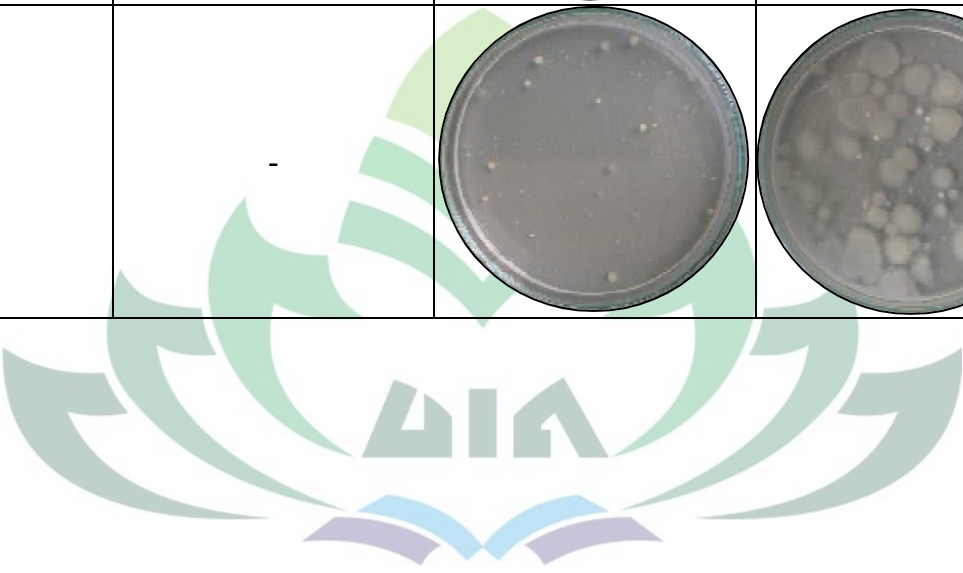
	B ₂	-	-			
	B ₃	-	-	-		

3) Jumat, 25 Agustus 2017

Kelimpahan Bakteri Pada Sampel Limbah Baglog Usia 4 Bulan (C)

Sampel		Kelimpahan Bakteri				
Usia Limbah	Pengula ngan	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
C	C ₁	-	-			




	C ₂	-	-			
	C ₃	-	-			

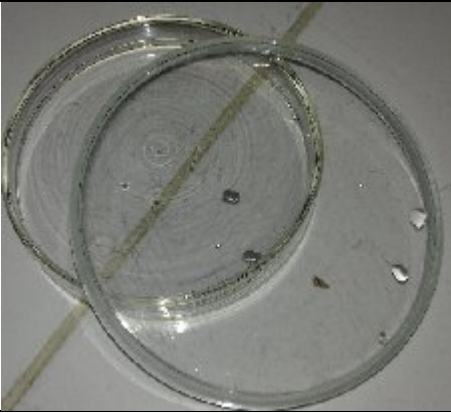
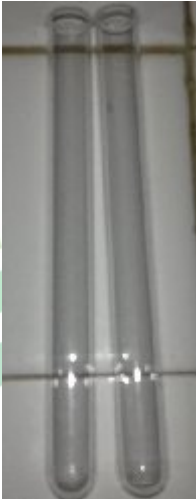




Lampiran 4

Pemurnian Isolat Bakteri Terpilih




A. Alat

No.	Nama Alat	Gambar
1	Gelas ukur	
2	Gelas beker	
3	Labu Erlenmeyer	

4	Cawan Petri	
5	Tabung Reaksi	
6	Rak tabung reaksi	
7	Kawat ose	

8	Inkubator	
9	Oven/microwave	
10	Autoclav	

11	Pembakar spirtus	
12	Kompor	
13	Tabung gas 3 kg	
14	Panci/dandang	

15	Spatula	
16	Neraca Analitik	
17	Sarung Tangan, Masker dan Tissue	

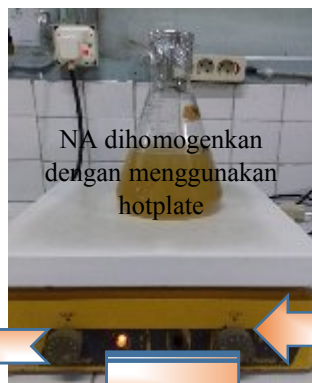
B. Bahan

No.	Nama Bahan	Gambar
1	Nutrient Agar (NA)	

2	Alkohol	
3	Aquadest	

C. Cara kerja

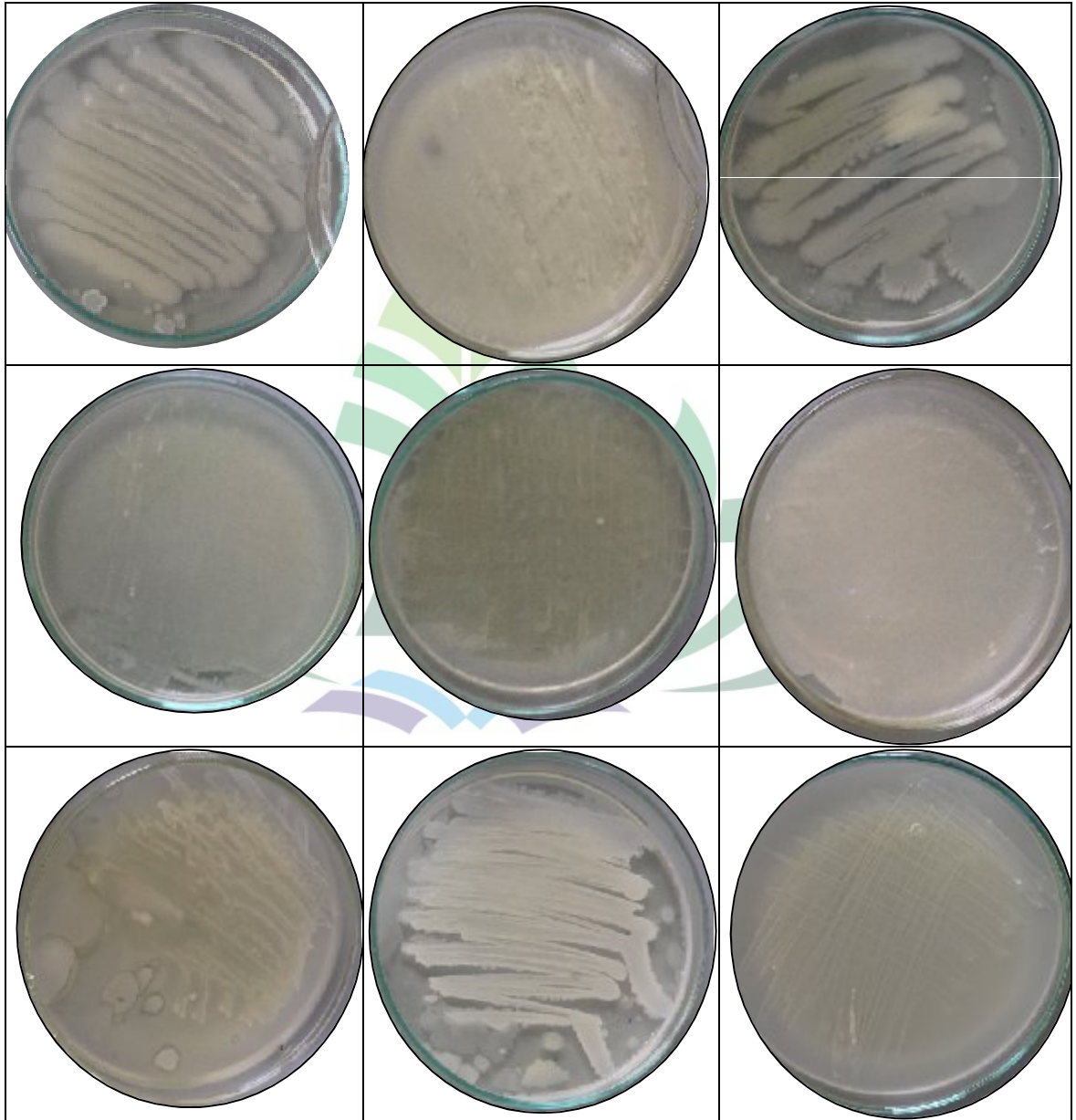




Lampiran 5

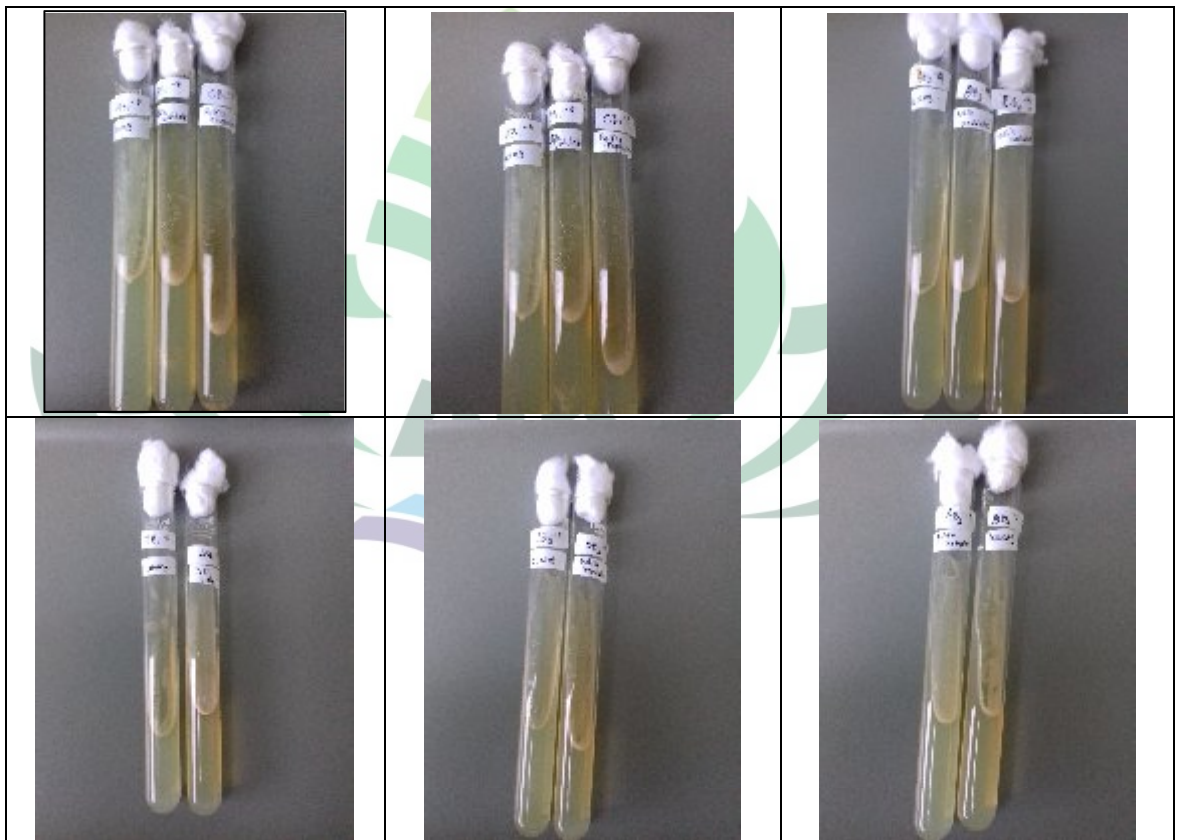
Hasil Pengamatan Pemurnian

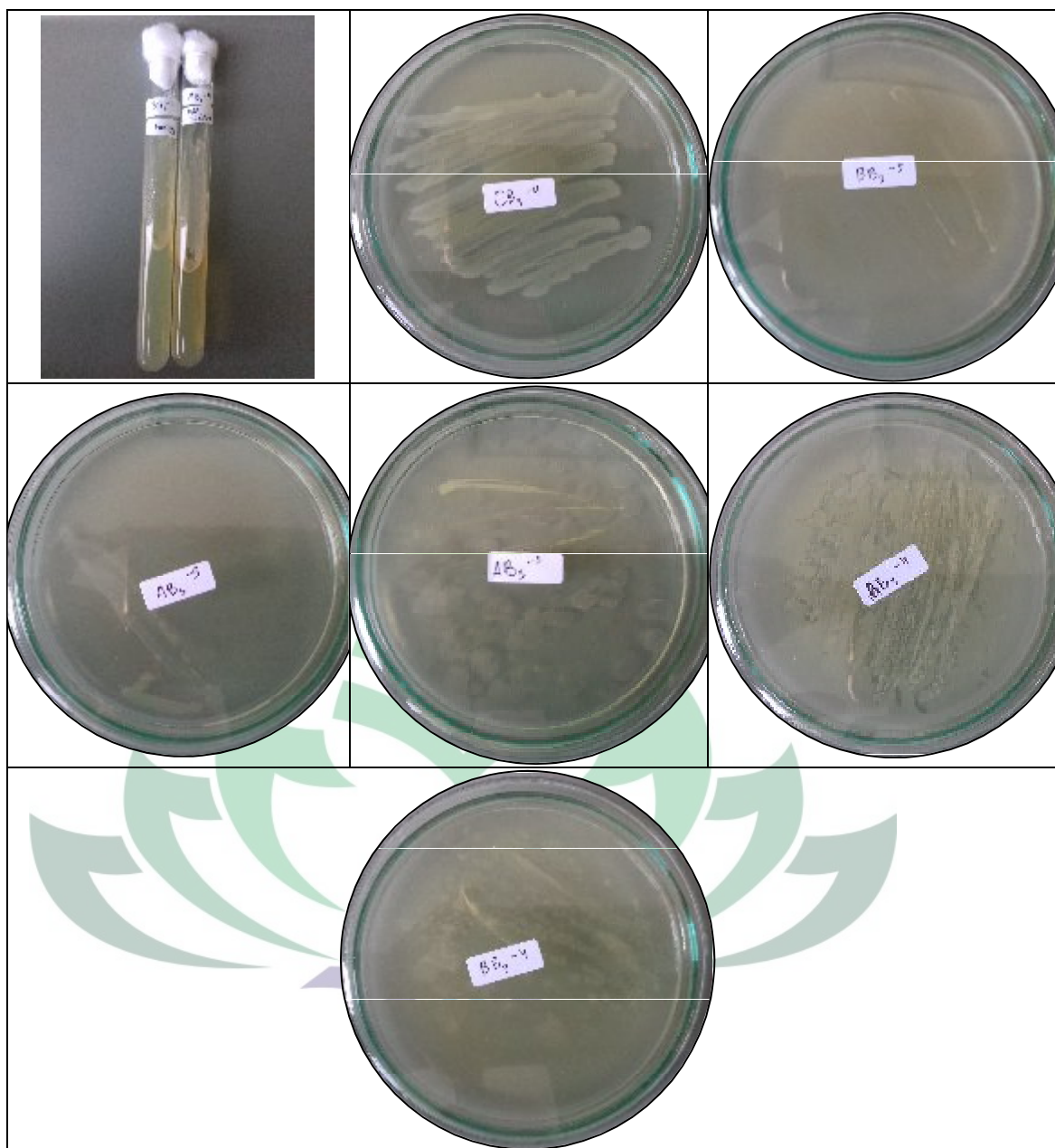
1) Pemurnian isolat bakteri sampel limbah baglog usia 0 bulan





2) Pemurnian isolat bakteri sampel limbah baglog usia 2 bulan








3) Pemurnian isolat bakteri sampel limbah baglog usia 4 bulan



Lampiran 6

Pembuatan Media Agar CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*)


A. Alat

No.	Nama Alat	Gambar
1	Gelas ukur	
2	Gelas beker	
3	Labu Erlenmeyer	



4	Cawan Petri	
5	Kawat ose	
6	Inkubator	
7	Oven/microwave	

8	Autoclav	
9	Pembakar spirtus	
10	Kompor	

11	Tabung gas 3 kg	
12	Panci/dandang	
13	Spatula	
14	Neraca Analitik	
15	Sarung Tangan, Masker dan Tissue	

16	Alat Suntik	
----	-------------	--

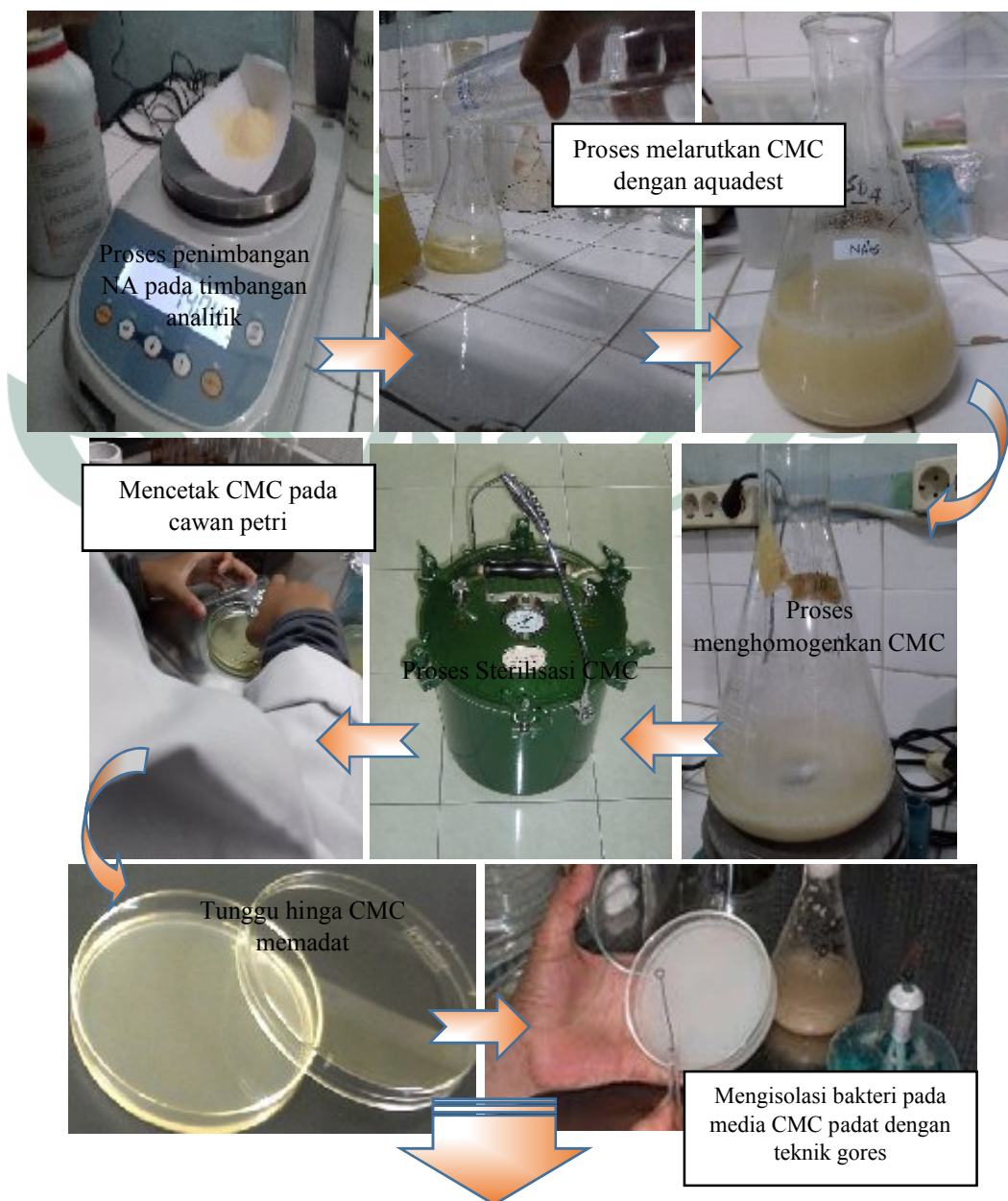
B. Bahan

No.	Nama Bahan	Gambar
1	Alkohol	
2	Aquadest	

3	CMC	
4	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Magnesium Sulfat)	
5	KH_2SO_4 (Dikalium Fosfat)	
6	Yeast Ekstrak	
7	Plane Agar	

8	<i>Congo red</i> 0,1%	
---	-----------------------	--


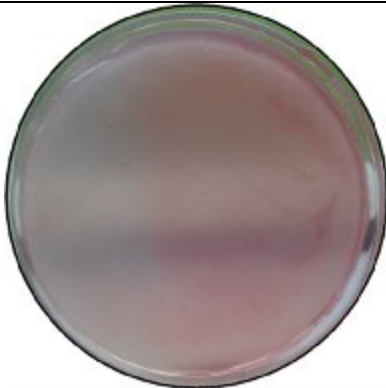

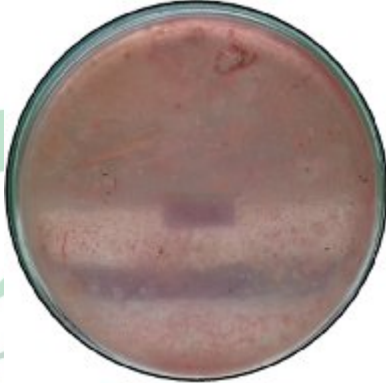

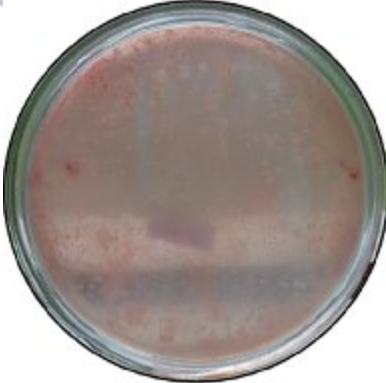
C. Cara Kerja

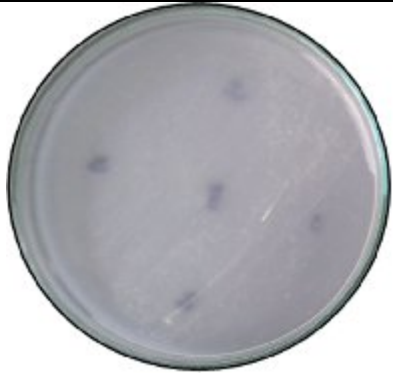
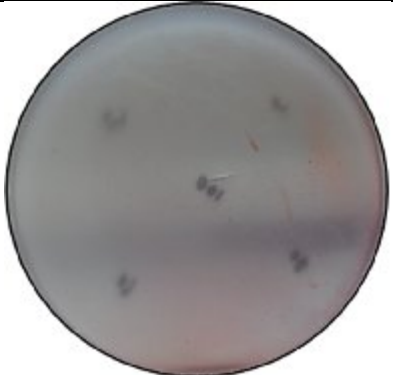


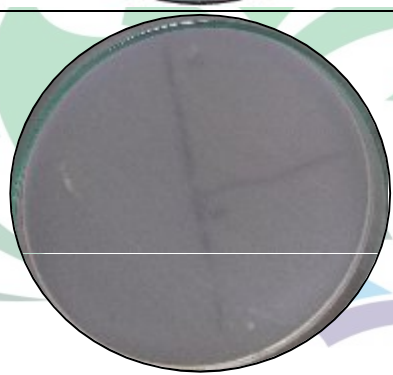

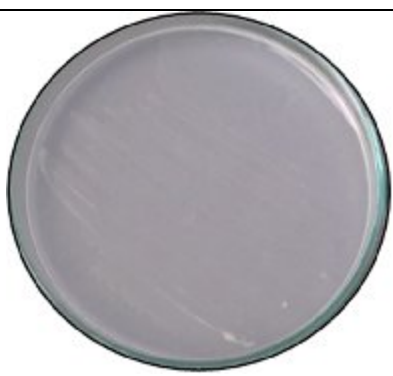
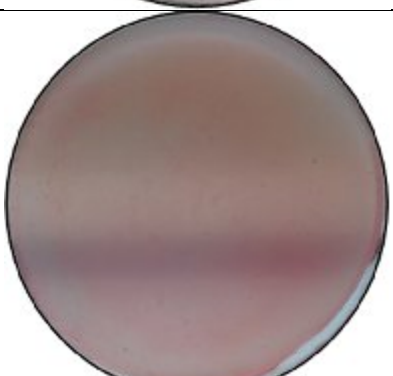



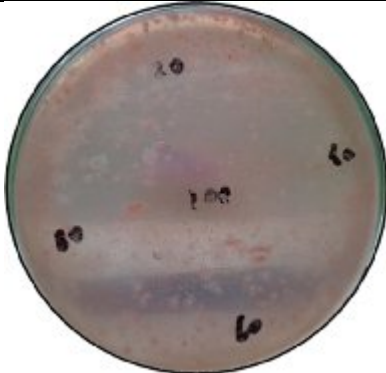



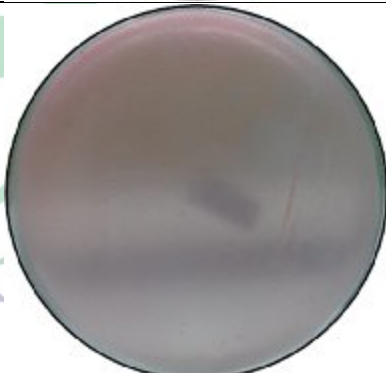

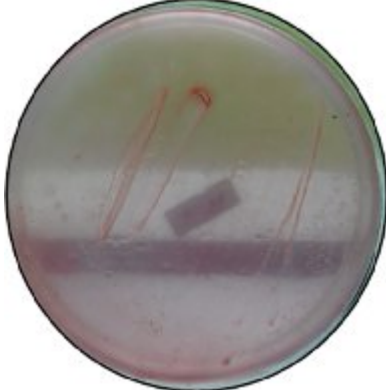



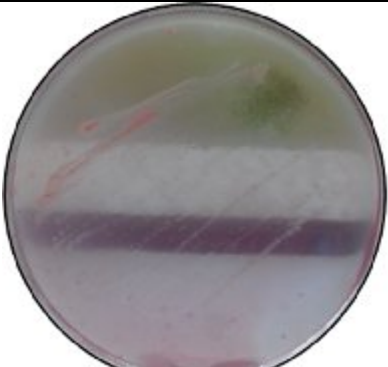

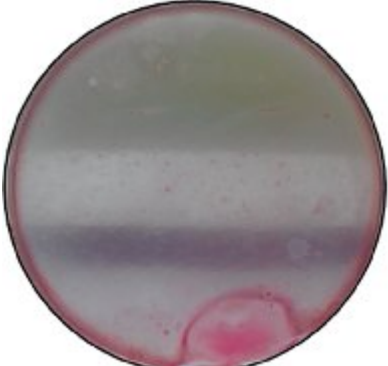




Lampiran 7


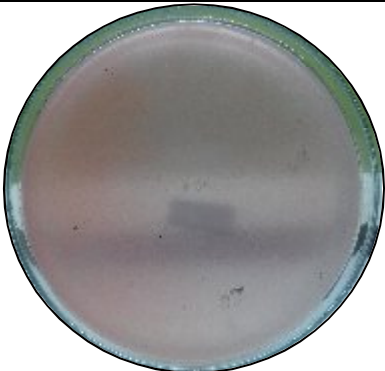
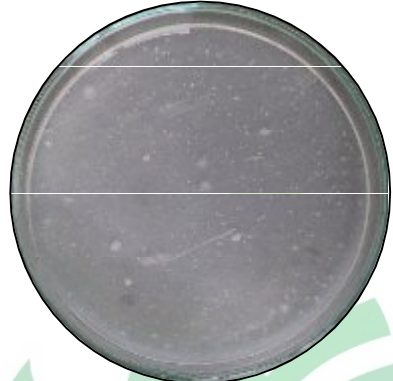
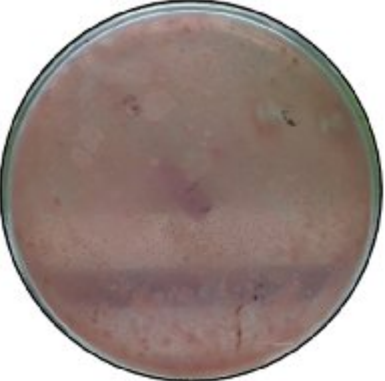

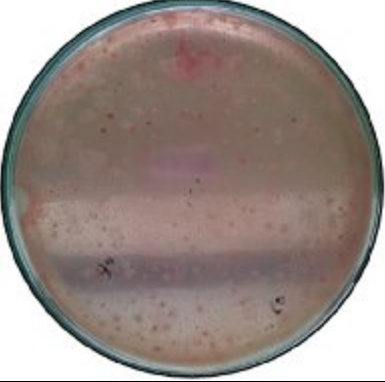


Hasil Inokulasi Isolat Bakteri Positif Selulolitik Pada Media CMC


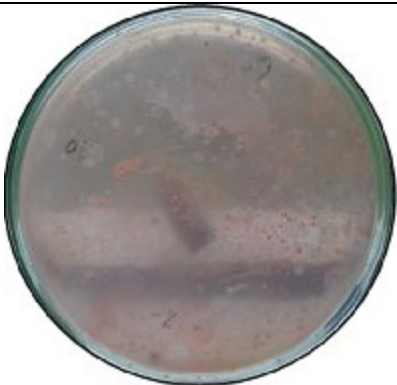

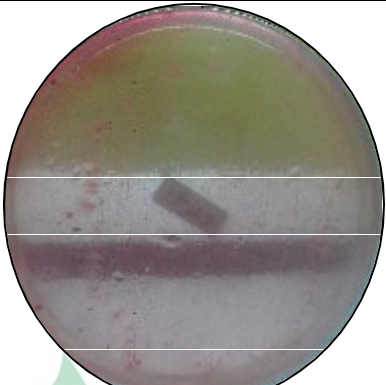
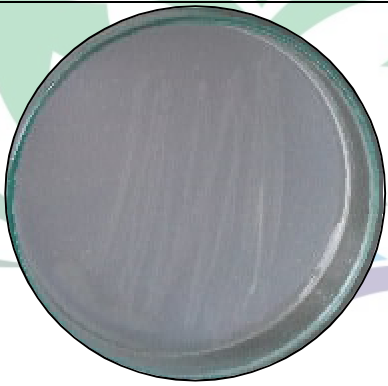
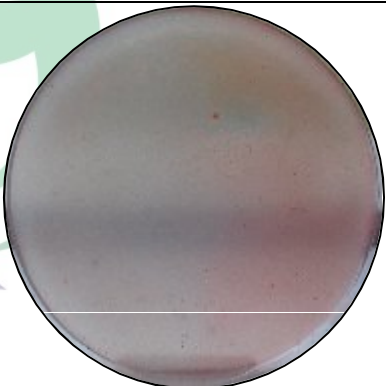
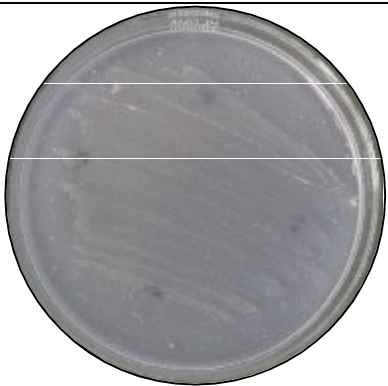
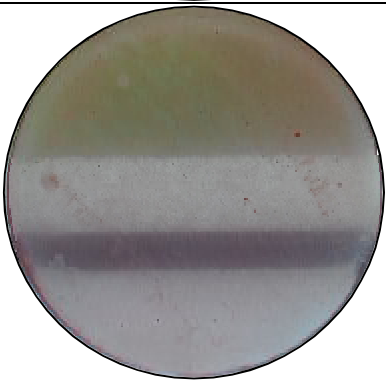
No.	Kode Isolat	Media CMC	CMC + Congo Red 0,1%
1	AA ₁ ⁻⁴		
2	AA ₂ ⁻⁵		
3	CA ₃ ⁻⁵		

4	BB ₁ ⁻⁴		
5	BB ₁ ⁻⁵		
6	BB ₂ ⁻⁵		
7	BB ₂ ⁻⁴		

8	AA ₃ ⁻⁵		
9	CB ₁ ⁻³		
10	AB ₂ ⁻⁵		
11	AB ₃ ⁻⁴		

12	BC ₁ ⁻⁴		
13	AC ₁ ⁻⁵		
14	BC ₃ ⁻⁴		
15	AB ₁ ⁻⁵		

16	CA ₁ ⁻⁵		
17	CA ₂ ⁻⁴		
18	BA ₃ ⁻⁵		
19	BA ₂ ⁻⁵		





20	AB ₂ ⁻⁴		
21	BC ₂ ⁻⁵		
22	CC ₁ ⁻⁴		
23	BC ₃ ⁻³		

Lampiran 8

Pewarnaan Gram

A. Alat

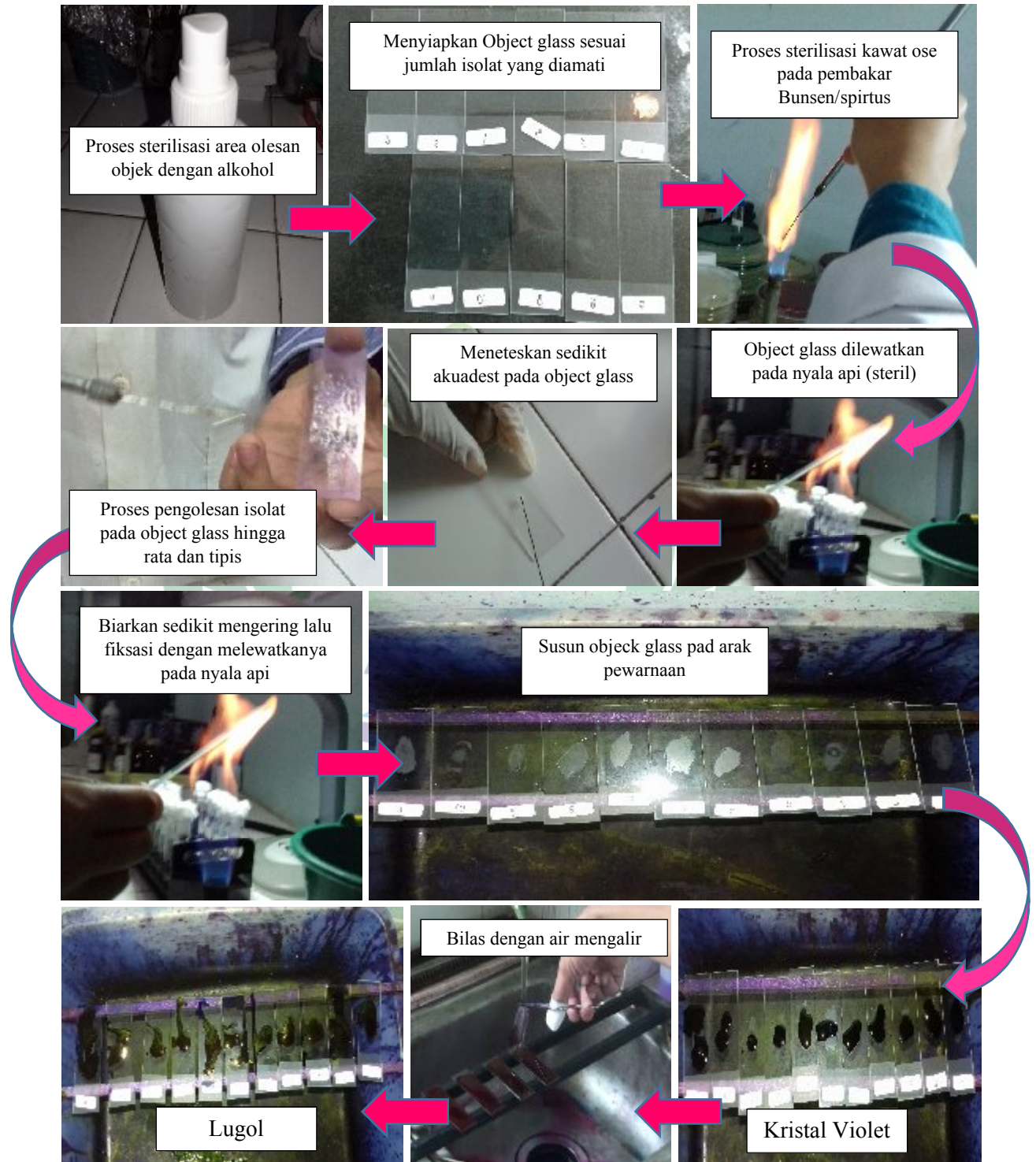
No.	Nama Alat	Gambar
1	Kawat ose	
2	Pembakar spirtus	
3	Sarung Tangan, Masker dan Tissue	

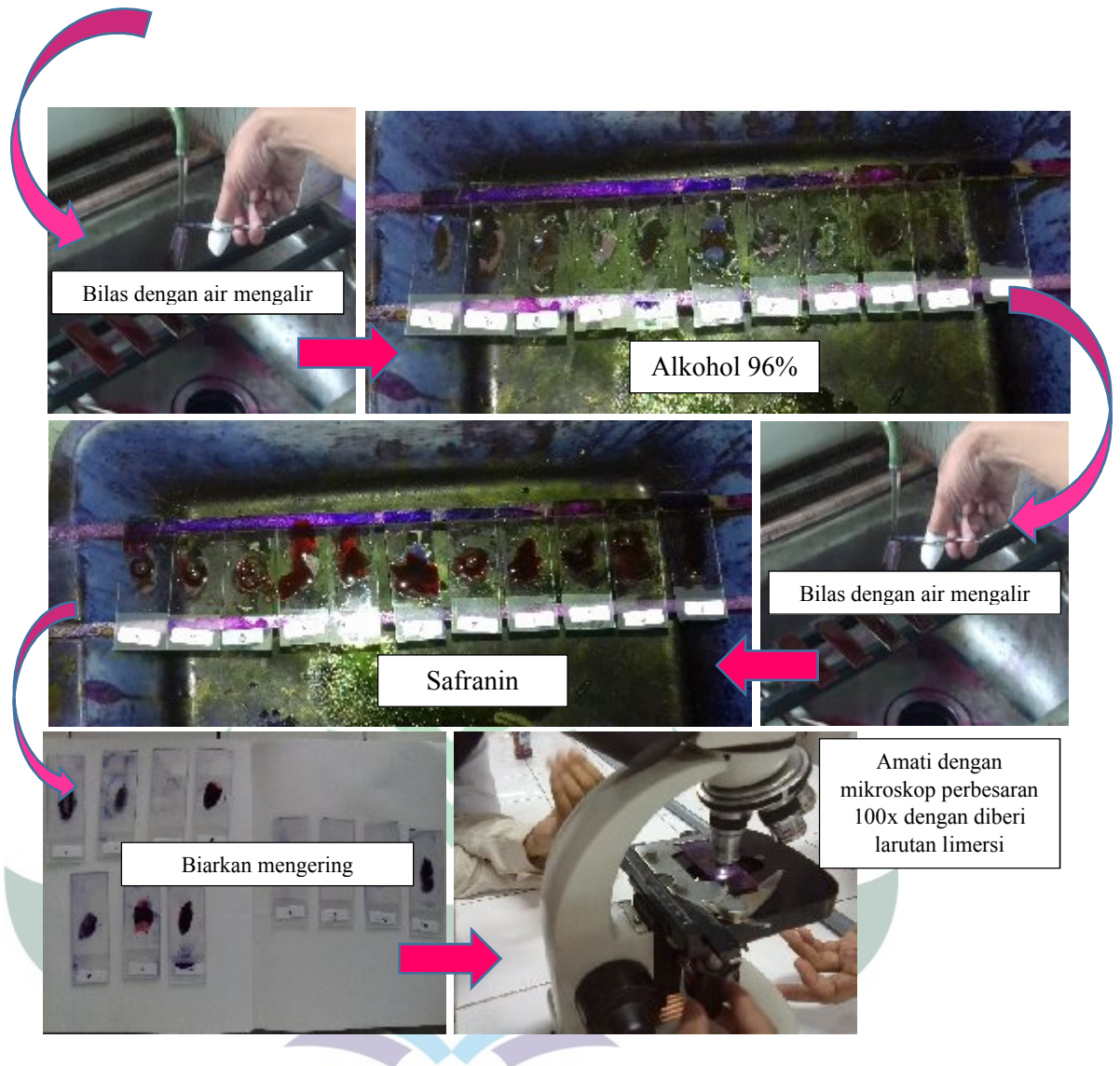
4	Alat Suntik	
5	Kaca objek	
6	Mikroskop	
7	Rak pewarnaan Gram	

B. Bahan

No.	Nama Bahan	Gambar
1	Kit pewarna Gram 1) Kristal Violet 2) Lugol 3) Alkohol 96% 4) Safranin	
2	Minyak imersi	
4	Aquades	
5	Alkohol Sprey70%	

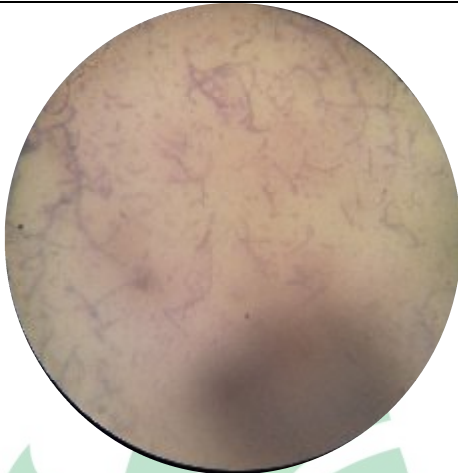
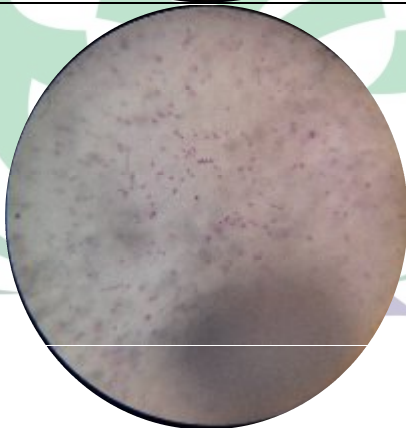
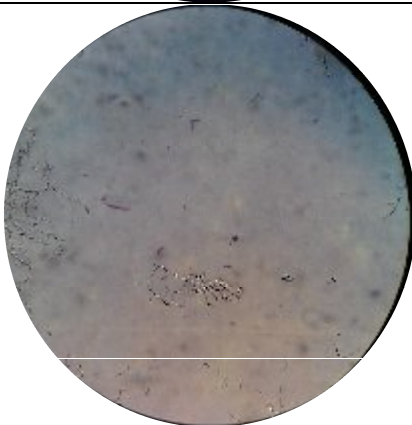
C. Cara Kerja

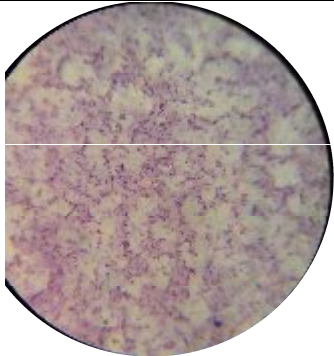
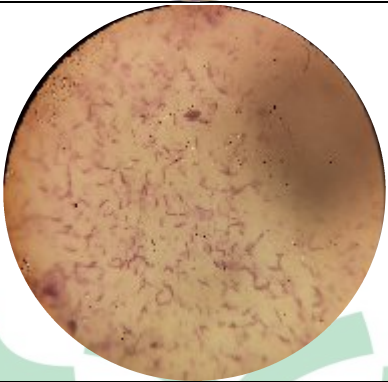
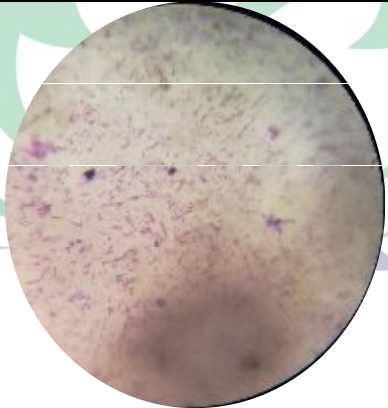
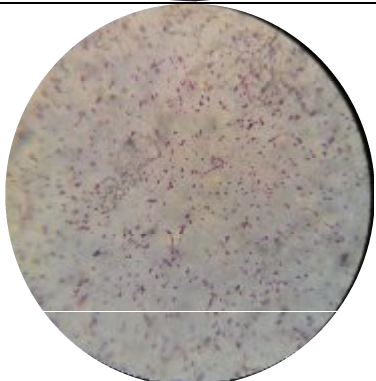


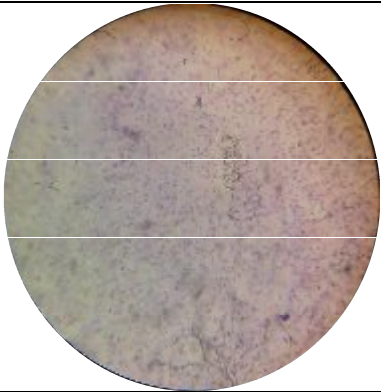
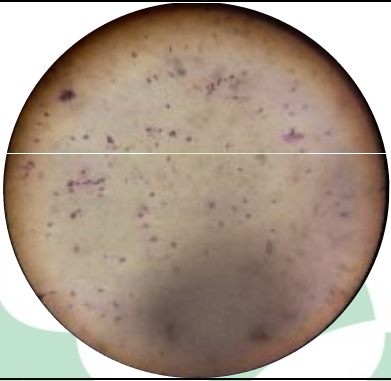
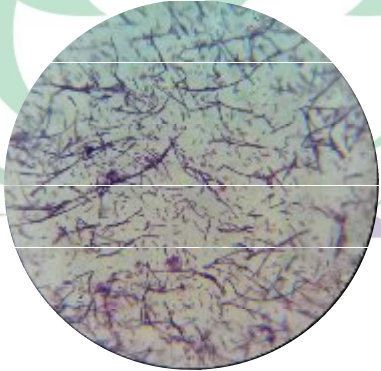
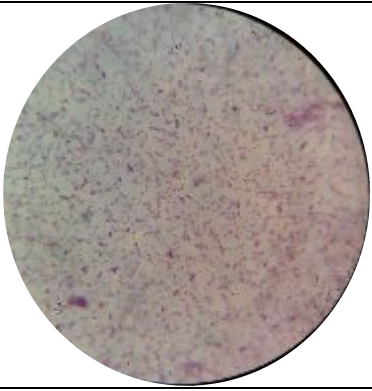


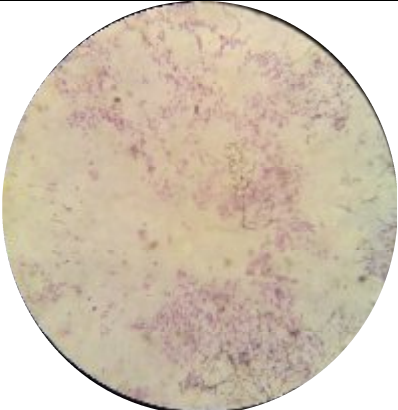
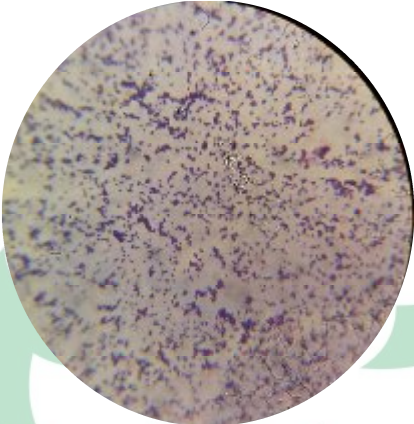
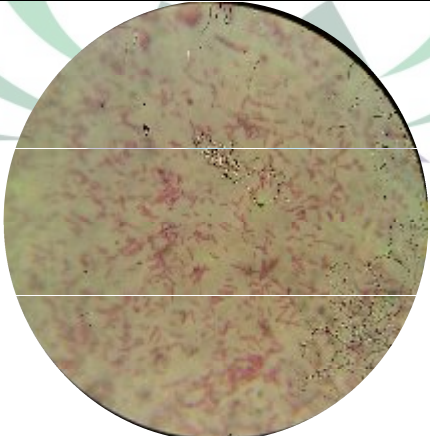
Lampiran 9

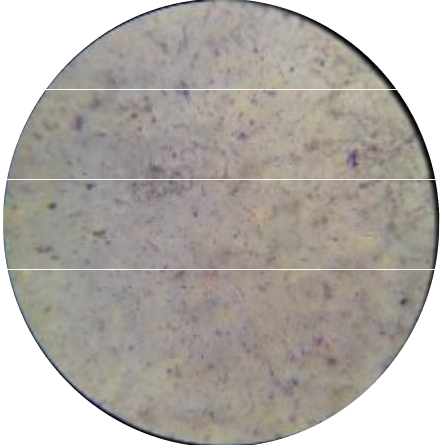
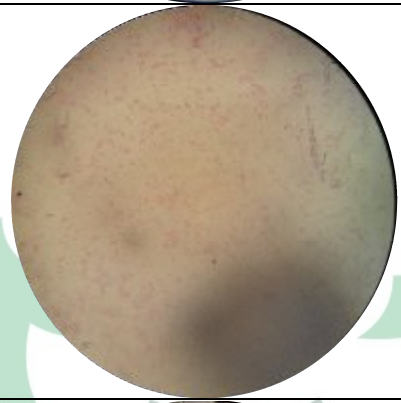
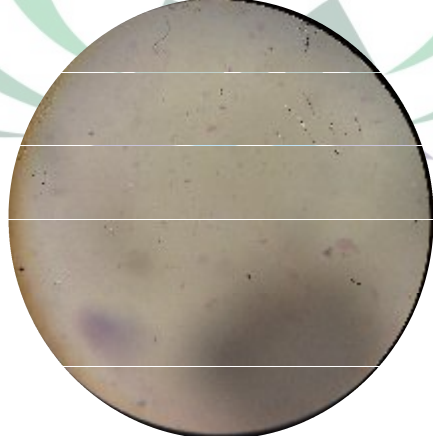
Hasil Pengwarnaan Gram Isolat Bakteri Positif Selulolitik

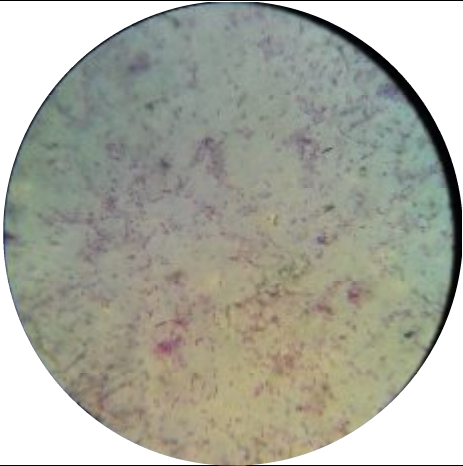
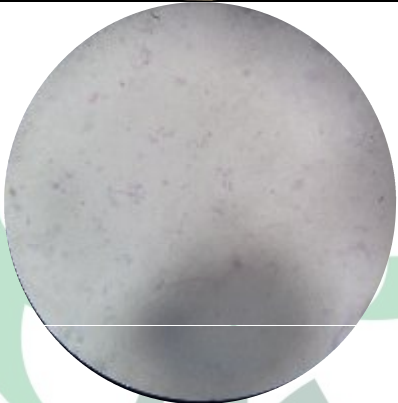
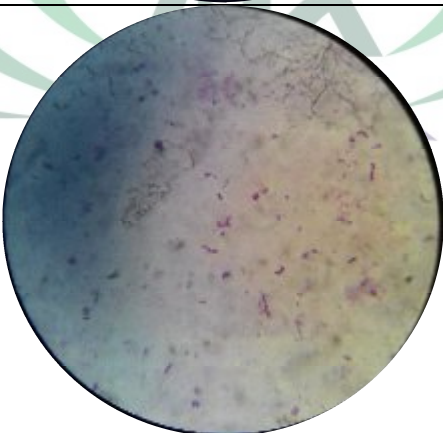
No.	Kode Isolat	Gambar	Keterangan	
			Bentuk	Gram
1	AA ₁ ⁻⁴		Basil	+
2	AA ₂ ⁻⁵		Coccus	-
3	CA ₃ ⁻⁵		Basil	-

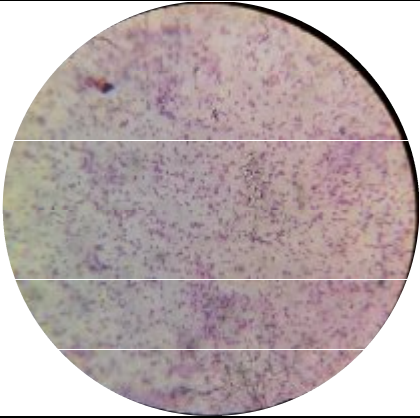
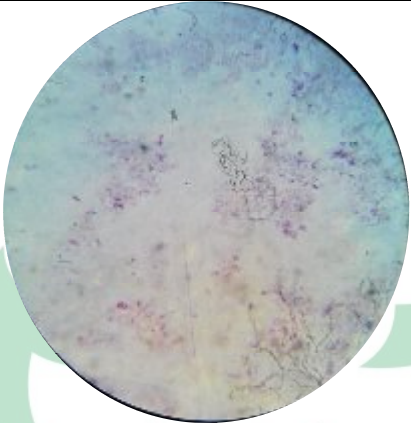
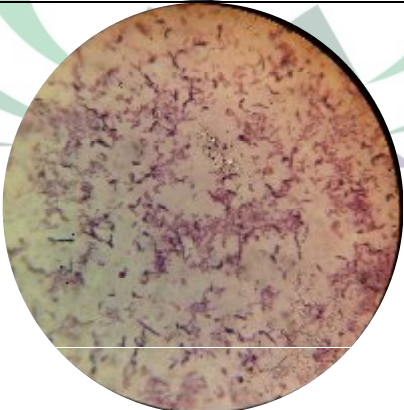
4	BB ₁ ⁻⁴		Basil	+
5	BB ₁ ⁻⁵		Basil	-
6	BB ₂ ⁻⁵		Basil	+
7	BB ₂ ⁻⁴		Coccus	-

8	AA ₃ ⁻⁵		Coccus	+
9	CB ₁ ⁻³		Coccus	+
10	AB ₂ ⁻⁵		Basil	+
11	AB ₃ ⁻⁴		Coccus	+

12	BC ₁ ⁻⁴		Coccus	-
13	AC ₁ ⁻⁵		Coccus	+
14	BC ₃ ⁻⁴		Basil	-

15	AB ₁ ⁻⁵		Coccus	+
16	CA ₁ ⁻⁵		Coccus	-
17	CA ₂ ⁻⁴		coccus	+

18	BA ₃ ⁻⁵		Coccus	+
19	BA ₂ ⁻⁵		Coccus	+
20	AB ₂ ⁻⁴		Basil	+

21	BC ₂ ⁻⁵		Coccus	+
22	CC ₁ ⁻⁴		Coccus	+
23	BC ₃ ⁻³		Basil	+

2017

PENUNTUN PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI KELAS X SEMESTER 1



**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG**

Deffi Novitasari K.

1/1/2017

A. Ringkasan Materi

1. Sterilisasi

Sterilisasi dalam mikrobiologi merupakan suatu proses untuk mematikan semua organisme yang terdapat pada atau di dalam suatu benda. Suatu alat dan bahan disebut steril apabila bahan tersebut bebas dari mikroorganisme. Sterilisasi dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu: cara kimia, mekanik atau fisik.

a. Sterilisasi cara kimia

Bahan atau senyawa kimia yang memiliki sifat membunuh mikroorganisme dapat digunakan untuk sterilisasi atau desinfektan, misalnya dibidang kedokteran. Contohnya alkohol 70%, detergen, karbol, lisol, merkurokrom dan lain-lain.

b. Sterilisasi cara mekanik

Sterilisasi ini dilakukan dengan menggunakan alat penyaring yang sangat halus.

c. Sterilisasi cara fisik

Umumnya dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu tinggi. Salah satu contohnya adalah menggunakan alat autoqlav, disterilkan pada suhu 121o C dengan tekanan 1,5 kg/cm² (15 lbs) dalam jangka waktu tertentu bergantung pada apa yang disterilkan.

Saran kerja aseptis :

1. Sterilkan tempat praktikum dengan menyemprotkan alcohol pada meja dan tangan hingga rata.
2. Sebelum membuka ruangan atau bagian steril didalam tabung/cawan/Erlenmeyer sebaiknya bagian mulut (bagian yang memungkinkan kontaminan masuk) dibakar/dilewatkan api terlebih dahulu.
3. Ujung jarum inoculum yang sudah dipijarkan harus ditunggu dingin dahulu atau dapat ditempelkan tutup cawan bagian dalam untuk mempercepat transfer panas yang terjadi.
4. Usahakan bagian alat yang diharapkan dalam kondisi steril didekatkan kebagian api.

5. Jika kerja di *Safety Cabinet* tidak perlu memakai pembakar bunsen tetapi jika di luar safety cabinet maka semakin banyak sumber api maka semakin terjamin kondisi aseptisnya.

2. Media Pertumbuhan Bakteri

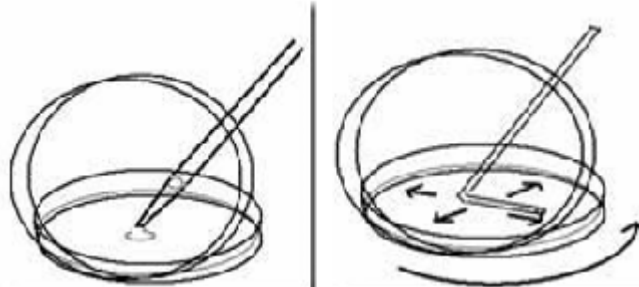
Medium merupakan suatu bahan yang terdiri atas campuran zat makanan (*nutrient*) yang berfungsi sebagai tempat tumbuh mikrobia. Selain untuk menumbuhkan mikrobia, media dapat digunakan juga untuk isolasi, memperbanyak, pengujian sifat-sifat fisiologi, dan perhitungan jumlah mikrobia. Syarat-syarat suatu media harus memenuhi hal-hal sebagai berikut: mengandung nutrisi yang diperlukan mikrobia, memiliki tekanan osmosis, pH, tegangan permukaan yang sesuai, tidak mengandung zat penghambat (*inhibitor*), dan steril.

3. Isolasi Bakteri

Dalam kegiatan mikrobiologi pembuatan isolat dilakukan dengan cara mengambil sampel mikrobiologi dari lingkungan yang ingin diteliti. Dari sampel tersebut kemudian dibiakkan dengan menggunakan media universal atau media selektif, tergantung tujuan yang ingin dicapai. Jika menggunakan media universal akan diperoleh biakan mikroba campuran. Untuk proses identifikasi maupun isolasi jenis tertentu saja, dilakukan proses pembuatan isolat tunggal dari isolat campuran tersebut. Isolat tunggal atau biakan murni merupakan biakan yang asalnya dari pembelahan satu sel tunggal.

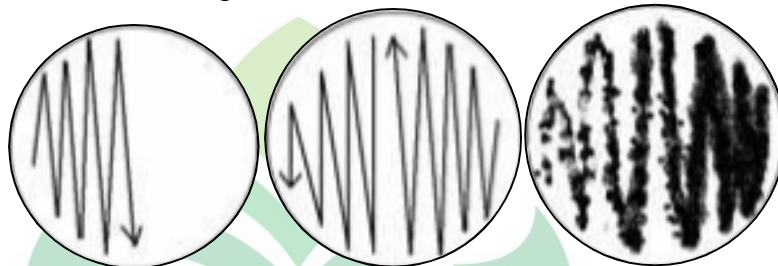
Ada beberapa metode untuk memperoleh biakan murni dari isolat campuran. Dua di antaranya yang sering digunakan adalah teknik cawan gores dan teknik cawan tuang. Prinsip dari kedua teknik tersebut sama, yaitu mengencerkan biakan campuran hingga setiap individu spesies dapat dipisahkan, sehingga setiap koloni yang terbentuk merupakan hasil dari pembelahan satu sel.

1) *Spread plate* (teknik tebar/sebar)



2) *Streak plate* (teknik gores)

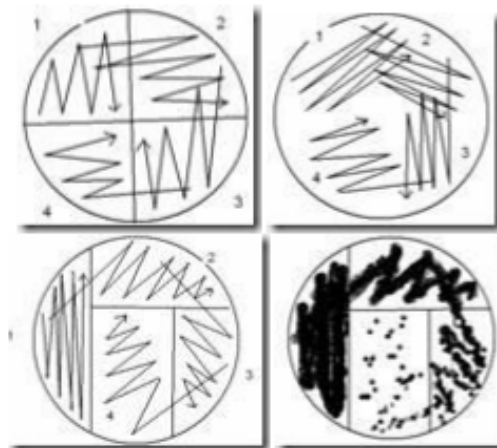
a. Gores Sinambung



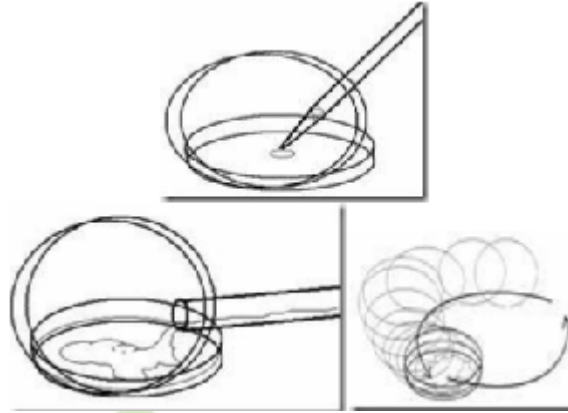
b. Gores T



c. Gores Quadrant



d. *Pour plate* (teknik tabur)



B. Tujuan

Adapun tujuan setelah melakukan praktikum adalah :

1. Siswa dapat mengetahui berbagai teknik sterilisasi
2. Siswa mampu bekerja secara aseptis
3. Siswa mampu membuat media pertumbuhan mikroba

C. Alat dan Bahan

1. Alat

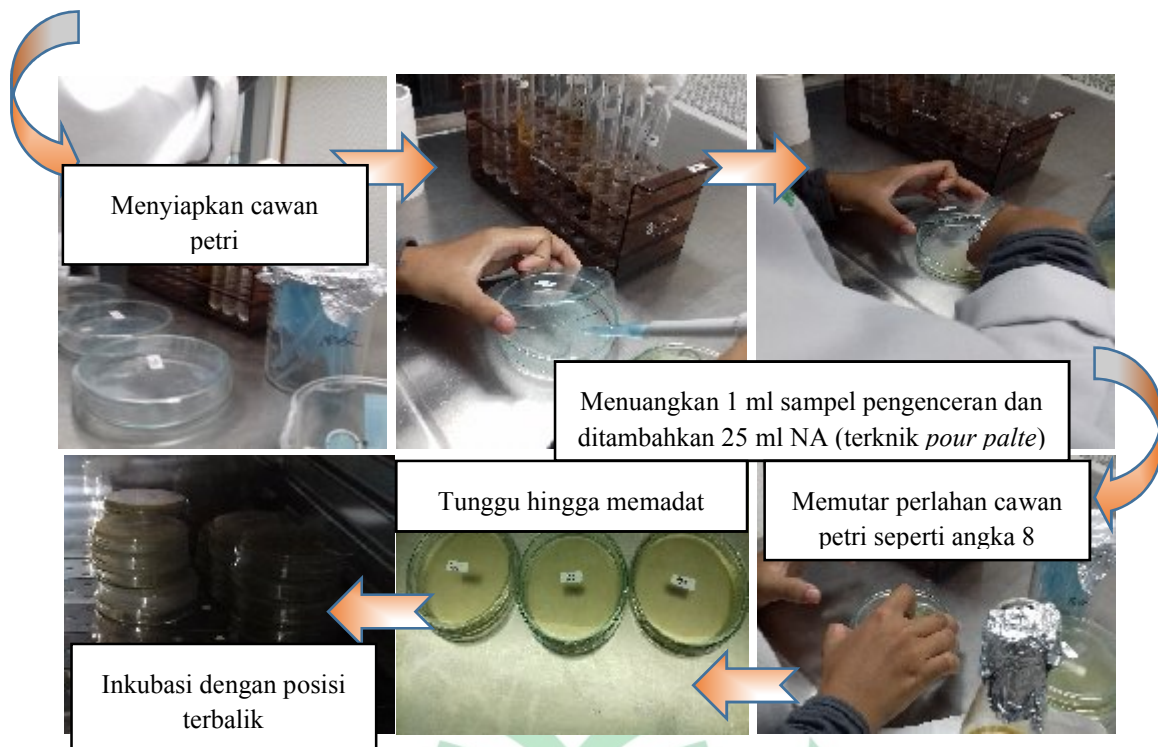
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven, timbang analitik, pipet tetes, spluid (alat suntik), cawan petri, autoclave, kompor, dandang, labu erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung raksi, object glass, pembakar spirtus, inkubator, dan spatula.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel uji, *NA* (*Nutrent Agar*), alkohol 70%, aquades, tissue gulung dan spirtus.

3. Cara kerja





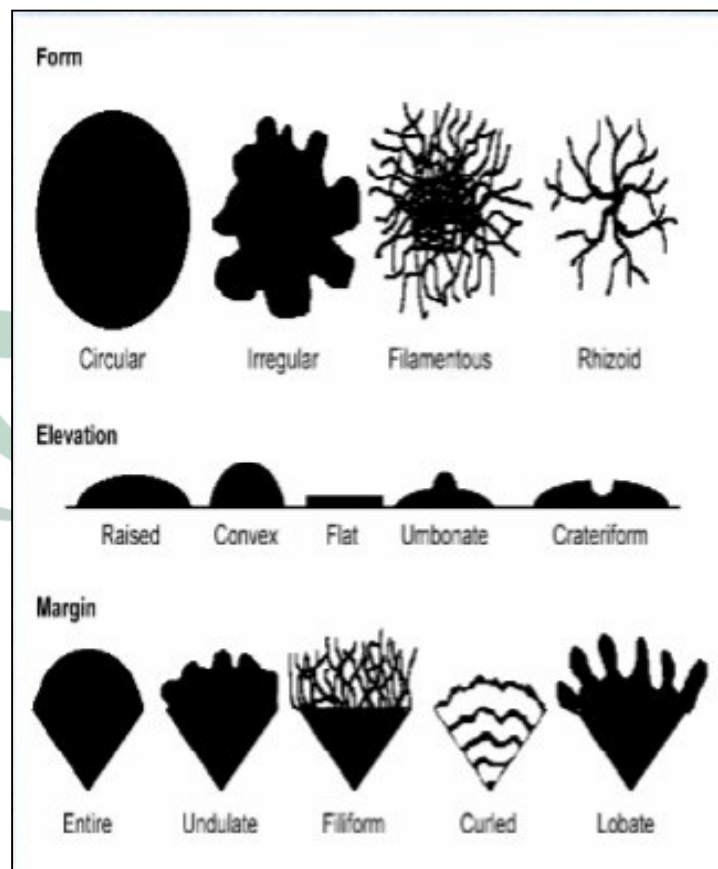
A. Ringakasan Materi

Penanaman bakteri atau biasa disebut juga inokulasi adalah pekerjaan memindahkan bakteri dari medium yang lama ke medium yang baru dengan tingkat ketelitian dan kesterilan yang sangat tinggi. Untuk melakukan penanaman bakteri (inokulasi) terlebih dahulu diusakan agar semua alat yang ada dalam hubungannya dengan medium agar tetap steril, hal ini untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Ada beberapa tahap yang harus dilakukan sebelum melakukan teknik penanaman bakteri (inokulasi) yaitu:

- Menyiapkan ruangan ruang tempat penanaman bakteri harus bersih dan keadannya harus steril.
- Pemindahan dengan pipet. Cara ini dilakukan dalam penyelidikan air minum atau pada penyelidikan untuk diambil 1 ml contoh yang akan diencerkan oleh air sebanyak 99 ml murni.
- Pemindahan dengan kawat inokulasi. Dalam melakukan penanaman bakteri kawat ini terlebih dahulu dipijarkan sedangkan sisanya berupa tungkai cukup

dilewatkan nyala api saja setelah dingin kembali kawat itu disentuhkan lagi dalam nyala.

Setelah mikroba ditumbuhkan pada media agar tabung maupun cawan dan setelah inkubasi akan terlihat pertumbuhan bakteri dengan berbagai macam bentuk, ukuran, sifat, dan berbagai ciri khas yang lain. Ciri-ciri ini akan mengarahkan ke sifat-sifat mikroba tersebut pada media pertumbuhan, sehingga pengamatan morfologi ini sangat penting untuk diperhatikan



Gambar : Ciri-ciri koloni

Pengamatan juga dapat dilakukan dengan cara pengecatan gram atau ditumbuhkan pada medium diferensial. Medium diferensial adalah media yang digunakan untuk membedakan bentuk dan karakter koloni bakteri yang tumbuh. Beberapa bakteri dapat tumbuh di dalam media ini, tetapi hanya beberapa jenis saja

yang mempunyai penampilan pertumbuhan yang khas. Media ini berguna untuk isolasi dan identifikasi bakteri.

Sel-sel mikroorganisme yang tidak diwarnai umumnya tampak hampir tembus pandang (transparan) bila diamati dengan mikroskop cahaya biasa sehingga sukar dilihat karena sitoplasma selnya mempunyai indeks bias yang hampir sama dengan indeks bias lingkungannya yang bersifat cair. Kontras antar sel dan latar belakangnya dapat dipertajam dengan mewarnai sel-sel tersebut dengan zat-zat warna. Pewarna yang paling umum digunakan adalah “pewarna sederhana“, disebut demikian karena hanya digunakan satu jenis zat warna untuk mewarnai organisme tersebut. Pewarnaan sederhana ini memungkinkan dibedakannya bakteri dengan bermacam-macam tipe morfologi (kokus, basilus, vibrio, spirillum, dan sebagainya) dari bahan – bahan lain yang ada pada olesan yang diwarnai.

B. Tujuan

Adapun tujuan setelah melakukan praktikum adalah:

1. Melakukan cara isolasi mikroba (memisahkan mikroba dari campurannya)
2. Melakukan inokulasi (penanaman) mikroba
3. Mengenal bentuk-bentuk koloni bakteri (melakukan identifikasi mikroba)

C. Alat dan Bahan

1. Alat

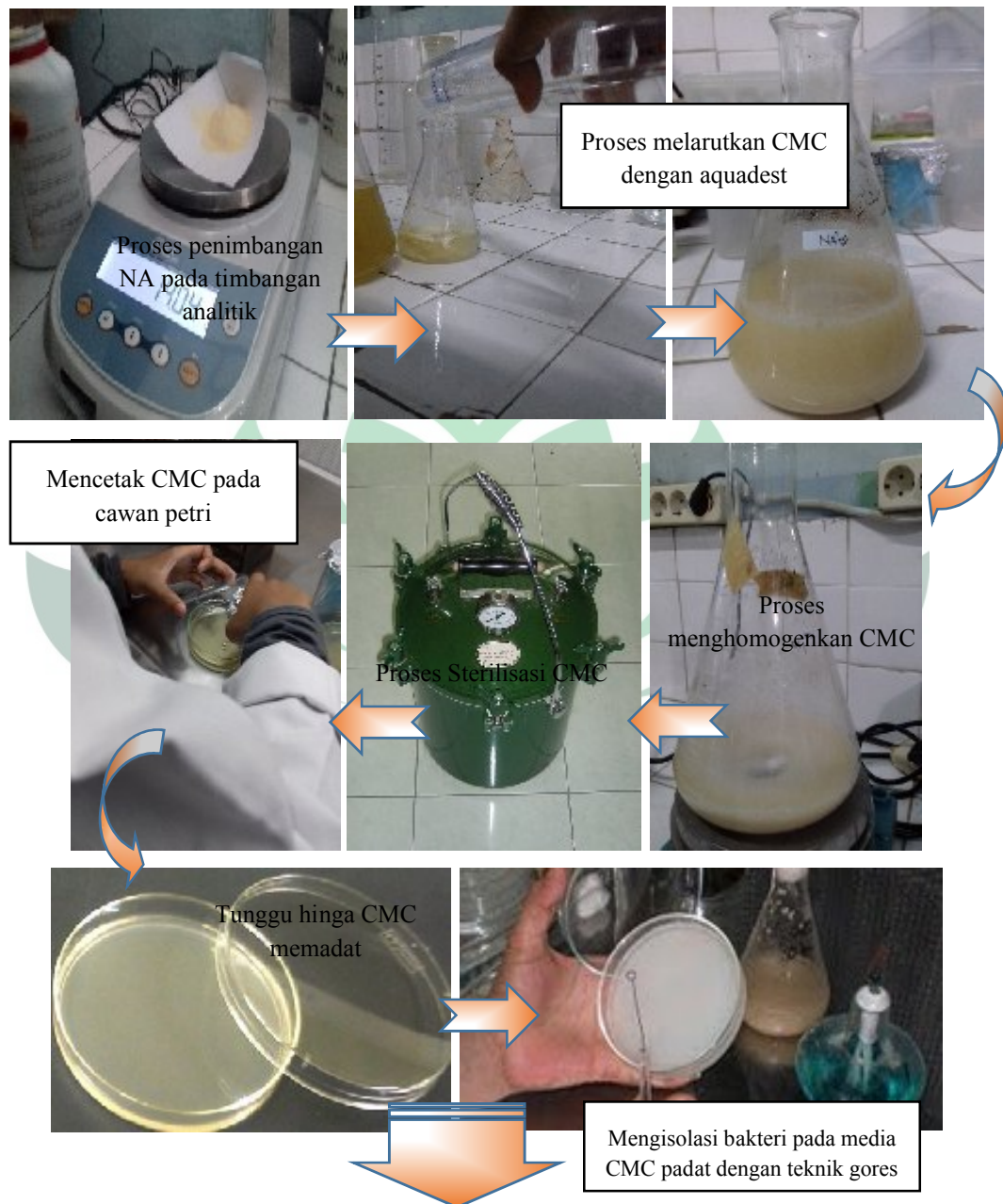
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu mikroskop oven, timbang analitik, pipet tetes, spluid (alat suntik), cawan petri, autoclave, kompor, dandang, labu erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, object glass, pembakar spirtus, inkubator, spatula, kaca objek, nampan, dan kawat ose.

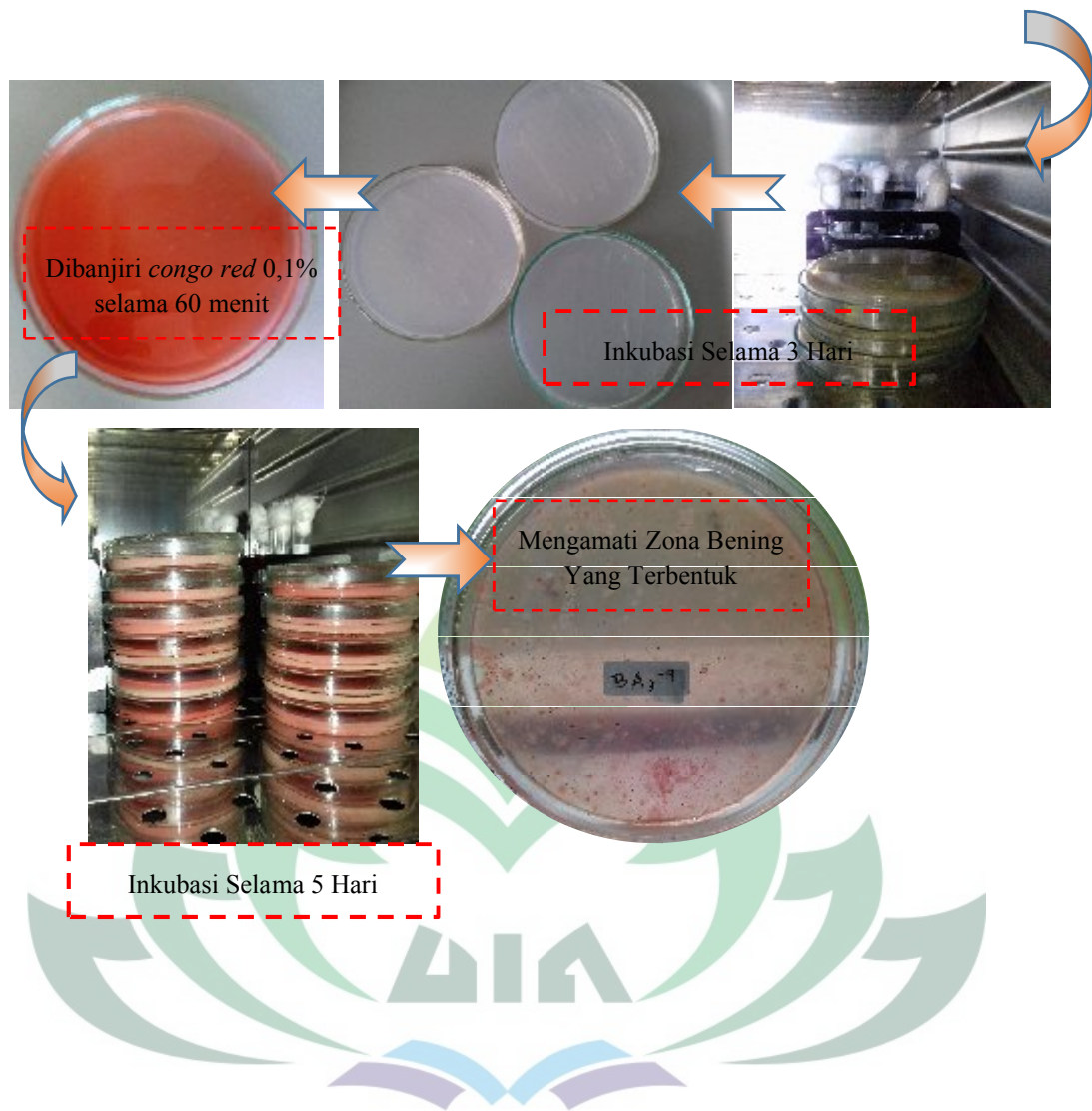
2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel isolat bakteri, *NA* (*Nutrent Agar*), alkohol 70%, aquades, minyak emersi, pewarna Gram (kristal violet, lugol, etanol 96%, dan safranin), tissue gulung dan spirtus. Media diferensial misalnya

uji kemampuan selulolitik bakteri dengan CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*), pewarna *congo red* 0,5%, K_2HPO_4 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, ekstrak yeast, dan agar-agar.

3. Cara kerja







KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame I Bandar Lampung ☎ (0721) 703260

Nomor : B-8930 Un.16/DT/TL.01/10/2017
Sifat : Penting
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Mengadakan Penelitian

Bandar Lampung 12 Oktober 2017

Kepada

Yth Kepala Laboratorium Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung
di

Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah memperhatikan Judul Skripsi dan Out Line yang sudah disetujui oleh dosen Pembimbing Akademik (PA), maka dengan ini Mahasiswa/i Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung :

Nama : Deffi Novitasari K
NPM : 1311060189
Semester/T.A : IX/2017
Program Studi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Seleksi Enzimatis Bakteri Selulolitik Dari Limbah Limbah Media Tanaman Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Berbahan Serbuk Gergaji Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg)

akan mengadakan penelitian di Laboratorium Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung. Guna mengumpulkan data dan bahan-bahan penulisan skripsi yang bersangkutan, maka waktu yang diberikan mulai tanggal 12 Oktober 2017 sampai dengan 12 Nopember 2017.

Demikian, atas perkenan dan bantuannya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd.

NIP. 19560810 198703 1 001

Tembusan :

1. Wakil Dekan Bidang Akademik;
2. Kajur/Kaprodi Pendidikan Biologi
3. Kasubag Akademik;



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
LABORATORIUM BIOLOGI**

Alamat: Jl Letkol. H. Endro Suratmin, Sukarame I, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260 Fax. 780422

**SURAT KETERANGAN
BEBAS PINJAM ALAT DAN BAHAN LABORATORIUM**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa mahasiswa/i dengan identitas:

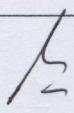
Nama : Deffi Novitasari K.
NPM. : 1311060189
Semester : IX (Sembilan)
Program Studi : Pendidikan Biologi

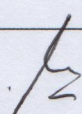
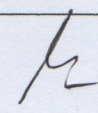
Sampai saat ini yang bersangkutan tidak mempunyai tanggungan pinjaman alat-alat dan bahan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.

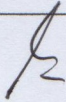
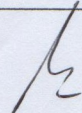
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan dengan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 04 September 2017
Kepala Laboratorium Pendidikan Biologi

Nurhaida Widiani, M.Biotech
NIP. 1980519 2011 01 2 007

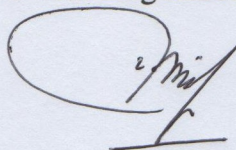
	<p>17) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh. Hasil: <i>Proses pengenceran yang dilakukan seri ke 10^{-4} dapat di lanjutkan untuk proses isolasi dan karakterisasi bakteri. Penggunaan seri 10^{-4} di latarbelakangi oleh koloni yang tumbuh masih dapat di hitung (tidak terlalu padat).</i></p>	
<p>Sabtu/ 03 Juni 2017</p>	<p>* Tahap Penelitian</p> <p>a. Sterilisasi dan pembuatan media</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. 2) Bahan (media NA) yang digunakan ditimbang pada timbangan analitik. 3) Memasukkan media ke dalam labu Erlenmeyer berukuran 300 ml dan melarutkannya dengan aquadest steril. 4) Media yang tercampur kemudian dihomogenkan menggunakan hot plate. 5) Media yang telah siap di masukkan ke dalam autoclave selama ± 2 jam untuk sterilasi 6) Alat-alat yang digunakan dalam penelitian di sterilisasi dengan memasukkannya dalam oven selama ± 2 jam. 7) Saat alat dan media telah selesai disterilisasi semuanya kemudian keluarkan dan dinginkan. 8) Pembuatan seri pengenceran dan isolasi bakteri. 9) Menyiapkan tabung reaksi steril sebanyak 3 buah. 10) Mengisi setiap tabung dengan aquadest steril sebanyak 9 ml. 11) Meletakkan tabung reaksi pada arak secara berurut dan memberi label pada masing-masing tabung reaksi. 12) Membuat seri pengenceran hingga 10^{-4}. 13) Menimbang sampel limbah baglog jamur tiram putih masing-masing 1 gram yang tersedia dengan perbedaan usia pada sampel (0 bulan, 2 bulan, dan 4 bulan). 14) Sampel yang telah ditimbang kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi berbeda. 15) Sampel pada tabung pertama merupakan seri pengenceran 10^{-1} yang berisi 1 gram sampel limbah baglog dan 9 ml aquadest steril. 16) Memvortex sampel 10^{-1} agar dapat tercampur. 17) Membuat seri pengenceran selanjutnya dengan menggunakan adjustable pipet berukuran 1 ml pada tabung selanjutnya maka diperoleh seri 10^{-2}, melakukan hal yang sama pada seri 10^{-3} dan 10^{-4}. 18) 1 ml seri sampel dituangkan pada petri disk (cawan) berbeda. 19) Menuang media NA dan mencampurnya dengan sampel (metode pour plate). 	

	<p>20) Memutar petri disk serupa dengan angka 8 agar media dan sampel dapat tercampur merata.</p> <p>21) Memberi label pada masing-masing sampel dalam petri disk.</p> <p>22) Menginkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C.</p> <p>23) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh.</p> <p>Catatan: <i>Seri pengenceran yang digunakan hanya 10⁻⁴</i></p>	
<p>Senin/ 05 Juni 2017</p>	<p>* Proses Pengamatan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mengamati tumbuhnya koloni setelah proses inkubasi. 2) Mengitung koloni yang tumbuh menggunakan koloni counter. 3) Mencatat hasil yang diperoleh pada tabel yang telah tersedia sebagai data penelitian. 4) Mengamati dengan teliti serta menandai koloni bakteri yang berbeda secara morfologi untuk dapat di isolasi dalam tahap pemurnian. 5) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh. <p>* Proses Pembuatan Media Diferensiasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mensterilisasi alat dan bahan untuk proses pembuatan media CMC-agar dan NA yang di perkaya dengan asam tanat 1%. 2) CMC dalam bentuk bubuk di timbang, kemudian dilarutkan dalam aquadest steril hangat hingga tidak menggumpal sebanyak 500 ml dalam labu Erlenmeyer. 3) Menghomogenkan CMC yang telah larut di atas hot plate. 4) Mempersiapkan NA yang telah ditimbang kemudian melarutkannya dalam 300 ml aquadest steril dan ditambahkan dengan asam tanat sebanyak 3%. 5) NA+ asam tanat tersebut dihomogenkan di atas hot plate. 6) Media yang telah siap kemudian dimasukkan dalam autoclave untuk proses sterilisasi selama ± 2 jam. 7) Setelah proses sterilisasi selesai alat dan media di keluarkan kemudian didinginkan. 8) Mencetak media pada petri disk yang telah disiapkan. 9) Menginkubasi media hingga memadat. 10) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh. <p>Catatan: <i>Media yang telah dicetak tidak memadat sehingga proses karakterisasi dilakukan dengan metode tetes.</i></p>	
<p>Selasa/ 06 Juni 2017</p>	<p>* Proses Pemurnian Isolat Bakteri</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Memurnikan koloni yang berbeda secara morfologi pada media baru (Terdapat 11 isolat yang diisolasi). 2) Isolat bakteri di pindahkan menggunakan kawat ose dengan metode gores pada agar miring. 	

	<ol style="list-style-type: none"> 3) Beri label pada masing-masing isolat yang telah dimurnikan pada media baru (kode isolat IBB). 4) Menginkubasi isolat bakteri tersebut selama 24-48 jam. 5) Mengamati pertumbuhan isolat. 6) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh. <p>Catatan: Jika dalam proses pemurnian media ditumbuhi oleh dua atau lebih koloni bakteri maka permurnian dilakukan kembali hingga di peroleh isolat yang benar-benar murni.</p>	
Rabu/ 07 Juni 2017	<p>* Penanaman Isolat Bakteri pada Media Diferensiasi</p> <p>a. Media CMC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. 2) Memasukkan masing masing isolat bakteri yang telah murni ke dalam aquadest steril menggunakan ose. 3) Memberi label pada masingmasing isolat yang telah menjadi suspense bakteri. 4) Meneteskan 1 µl (microliter) suspense bakteri tersebut kedalam media CMC. 5) Meneteskan larutan congo red 0,5 % sebanyak 3 ml kedalam masing masing media CMC yang telah di tetesi suspense bakteri. 6) Menggoyangkan petri disk agar seluruhnya dapat tercampur rata. 7) Menginkubasi selama 2-8 hari. 8) Mengamati perubahan yang terjadidan mencatat hasil yang diperoleh. 9) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh. <p>b. Media NA+asam tanat 1%</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. 2) Memasukkan masing masing isolat bakteri yang telah murni ke dalam aquadest steril menggunakan ose. 3) Memberi label pada masingmasing isolat yang telah menjadi suspense bakteri. 4) Meneteskan 1 µl (microliter) suspense bakteri tersebut kedalam media NA+asam tanat 1% 5) Menggoyangkan petri disk agar seluruhnya dapat tercampur rata. 6) Menginkubasi selama 2-8 hari. 7) Mengamati perubahan yang terjadidan mencatat hasil yang diperoleh. 8) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh. 	
Senin/ 19 Juni 2017	<p>* Pewarnaan Gram</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan 11 kaca objek dan alat-alat yang akan digunakan. 2) Memberi label pada masingmasing kaca objek sesuai dengan kode isolate bakteri. 3) Menetekan sedikit larutan NaCl pada kaca objek. 4) Mengambil isolate bakteri murni menggunakan ose 	

	<p>lalu mengoleskannya pada kaca objek.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Meratakan isoate bakteri agar tidak menumpuk dan mudah mongering. 6) Objek yang telah mengering kemudian memfiksasi dengan menggunakan nyala api. 7) Meletakkan objek yang telah selesai difiksasi pada rak pewarnaan. 8) Meneteskan satu demi satu objek dengan larutan Kristal violet (Gram A), lugol (Gram B), etil alckohol (Gram C) dan safrafrin (Gram D), yang masing-masing pearnaan sesedahnya dialiri dengan air mengalir agar warna pada bakteri terlihat. 9) Mengamati tipe bakteri dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x dan objek sebelumnya ditetesi dengan oil limersi. 10) Mengamati bentuk dan warna bakteri dan mencatat hasil yang diperoleh. 11) Mendokumentasikan hasil yang diperoleh. 	
--	--	--

Mengetahui
Pembimbing Laboratorium



LAMIRAN, S.ST
NIP. 19660507 198902 1 002



PEMERINTAH PROVINSI LAMPUNG
DINAS KESEHATAN
UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN

Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 103 Penengahan, Bandar Lampung
Telp. (0721) 701455 - 702147, Fax. 786309

Kode Pos 35112

Bandar Lampung, 10 Mei 2017

Nomor : 890 / 462 / III.03.9 / V / 2017
Lampiran : -
Perihal : Balasan Permohonan
Mengadakan Penelitian

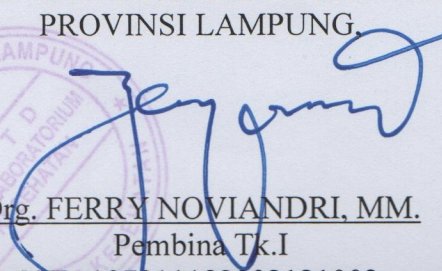
Kepada
Yth. Ketua Jurusan / Prodi
UIN Raden Intan Lampung
di -
Bandar Lampung

Sehubungan dengan surat Saudara Tanggal 08 Mei 2017, Perihal : Permohonan Mengadakan Penelitian di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung, pada prinsipnya kami tidak keberatan dan dapat memberikan Izin Mengadakan Penelitian di Instansi kami kepada :

NO.	Nama	N P M	Judul Penelitian
1.	Deffy Novitasari K.	1311060189	Isolasi dan Seleksi Enzimatis Bakteri Lignioselolitik dari Limbah Media Tanam Jamur Tiram Putih (<i>Pleoratus ostreatus</i>) Berbahan Serbuk Gergaji kayu sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i> L. Nelson)

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

KEPALA UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN
PROVINSI LAMPUNG.


Drg. FERRY NOVIANDRI, MM.
Pembina Tk.I
NIP. 197011182002121002



PEMERINTAH PROVINSI LAMPUNG
DINAS KESEHATAN
UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN
Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 103 Penengahan, Bandar Lampung
Telp. (0721) 701455 – 702147, Fax. 786309 Kode pos 35112

LEMBAR KEGIATAN LABORATORIUM

Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
Selasa/ 09 Mei 2017	<p>* Uji pendahuluan</p> <p>a. Sterilisasi dan pembuatan media</p> <ol style="list-style-type: none">1) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.2) Bahan (media NA) yang digunakan ditimbang pada timbangan analitik.3) Memasukkan media ke dalam labu Erlenmeyer berukuran 500 ml dan melarutkannya dengan aquadest steril.4) Media yang tercampur kemudian dihomogenkan menggunakan hot plate.5) Media yang telah siap di masukkan ke dalam autoclave selama ± 2 jam untuk sterilasi6) Alat-alat yang digunakan dalam penelitian di sterilisasi dengan memasukkannya dalam oven selama ± 2 jam.7) Saat alat dan media telah selesai disterilisasi semuanya kemudian keluarkan dan dinginkan. <p>b. Pembuatan seri pengenceran dan isolasi bakteri.</p> <ol style="list-style-type: none">1) Menyiapkan tabung reaksi steril sebanyak 12 buah.2) Mengisi setiap tabung dengan aquadest steril sebanyak 9 ml.3) Meletakkan tabung reaksi pada arak secara berurut dan memberi label pada masing-masing tabung reaksi.4) Membuat seri pengenceran hingga 10^{-4}.5) Menimbang sampel limbah baglog jamur tiram putih masing-masing 1 gram yang tersedia dengan perbedaan usia pada sampel (0 bulan, 2 bulan, dan 4 bulan).6) Sampel yang telah ditimbang kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi berbeda.7) Sampel pada tabung pertama merupakan seri pengenceran 10^{-1} yang berisi 1 gram sampel limbah baglog dan 9 ml aquadest steril.8) Memvortex sampel 10^{-1} agar dapat tercampur.9) Membuat seri pengenceran selanjutnya dengan menggunakan adjustable pipette berukuran 1 ml pada tabung selanjutnya maka diperoleh seri 10^{-2}, melakukan hal yang sama pada seri 10^{-3} dan 10^{-4}.10) 1 ml seri sampel dituangkan pada petri disk (cawan) bebeda.11) Menuang media NA dan mencampurnya dengan sampel (metode pour plate).12) Memutar petri disk serupa dengan angka 8 agar media dan sampel dapat tercampur merata.13) Memberi label pada masing-masing sampel dalam petri disk.14) Menginkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C.15) Mengamati tumbuhnya koloni setelah proses inkubasi.16) Mengitung koloni yang tumbuh.	